مكتبة الأسرة

فى الجيولوجيا

«علم الأرض»

رؤية عميقة لموضوعات علم الجيولوجيا فى مقررات التعليم العام

إعداد

محمد رضا على إبراهيم

موجه عام العلوم



مكتبة الأسرة فى :

الجيولوجيا

« علم الأرض »

رؤية عميقة لموضوعات علم الجيولوجيا فى مقررات التعليم العام

إعداد

محمد رضا على إبراهيم

موجه عام العلوم

بسم الله الرحمن الرحيم

وكلاء التوزيع

السعودية

مكتبة الساعي : الرياض ت : ٤٣٥٣٧٦٨ فاكس : ٤٣٥٥٩٤٥ - فرع جدة ت : ٦٥٣٢٠٨٩
القصيم - بريدة ت : ٣٢٣١٤٣٤ - المدينة المنورة ت : ٨٢٤٢٧٧٥ - ص.ب: ٥٠٦٤٩ - ١١٥٣٣ الرياض

المغرب

دار الاعتصام : 35/33 الممر الملكي - الأحباس - الدار البيضاء - ت : 85 42 30
فاكس : 39 45 44 02 212 00

الإمارات

دار الفضيلة : دبي - ديرة - ص. ب : ١٥٧٦٥ - ت : ٦٩٤٩٦٨ - فاكس : ٦٢١٢٧٦

البحرين

دار الحكمة : ص. ب : ٢٣٨٧٥ - هاتف : ٣٣٦٠٣٢

الجماهيرية العربية الليبية

دار الفرجاني : ص. ب : ١٣٢ - هاتف : ٤٤٨٧٣ - ٦٠٤٤٣١ طرابلس - الجماهيرية العربية الليبية

فلسطين

مكتبة اليازجي : غزة - شارع الوحدة - فاكس : ٨٦٧٠٩٩ - ت : ٨٦١٨٩٢

اليمن

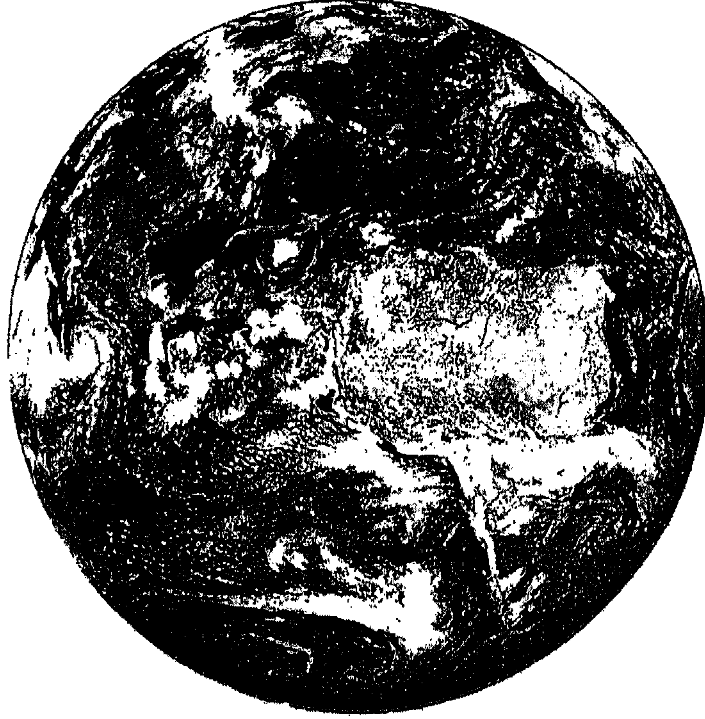
مكتبة العامرية للنشر والتوزيع : صنعاء - الخط الدائري الغربي
ص. ب : ١٤٤٦٦ - ت : ٢٧٧١٦٨ فاكس : ٢٦٧٢٦١

الأردن

مؤسسة دار المعرفة للتوزيع : العبدلي - شارع الملك حسين
هاتف وفاكس : ٤٦٥٤٦٩٢ ص. ب : ٨٤٠٢٤٥ عمان ١١١٨٤ الأردن

تقديم

علم الجيولوجيا Geology هو علم الأرض (علم ology ، أرض Ge) فهو العلم الذى يتناول دراسة كوكب الأرض وكل ما يتصلُ به وما يحيط به من ظواهر طبيعية .



ارتبط نمو علم الجيولوجيا بالتقدم العلمى فى العلوم الأخـرى ، حيـث ساهمت تقنيـات علـوم الرياضيـات والفيزيـاء والكيميـاء والعلـوم البيولوجيــة والتقنيــات الحديثة فى الرصد وغزو الفضاء والغوص فى قاع المحيطات ورصد تحركات القشرة الأرضية وباطن الأرض ، كل ذلك ساهم فـى تقـدم الدراسـات الجيولوجيـة وتمكـن الجيولوجيون من الإلمـام بطبيعـة الصخـور والمعـادن وتضـاريس القشـرة والمنـاجم ،.

وتمكنوا من تحديد أماكن الأحزمة الزلزالية والبركانيـة ، ورصد منـاطق الـثروات الطبيعية من فحم وبترول وثروات معدنية ومياه جوفية ، وتمكنوا من تطويـع كـل ذلك لما يفيد الإنسان فى عمليات التشييد والبناء والحصول على الطاقة .

استطاع الجيولوجيون تحديد توقيت بعض العمليات الجيولوجية السريعة مثـل الفيضانات وتقلبات الطقس والانفجارات البركانية والـهزات الأرضيـة بالاسـتعانة بالحركة الظاهرية للشمس ودراسة الكون والمجموعة الشمسية .

وقد انبثق عن علم الجيولوجيا كثـير مـن العلـوم الأخـرى منـها علـوم الأراضـى والحفريات والمعادن . . . . إلخ . وهنـاك مـن الجيولوجيـون مـن بحـث فـى تـاريخ الأرض وأثبت أن هذا التاريخ لم يكـن أحداثـا عشوائيـة متلاحقـة ، بـل أنـه يعيـد نفسه ، وأن هناك فـترات زمنيـة تتكـرر فيـها دورة التـاريخ ، وتعتـبر الـدورات الكيميائية مثل دورة الماء ودورة الكربون ودورة الفوسفور والكالسـيوم مثـالا لصـور مختلفة للدورة الجيولوجية الكبيرة (دورة الصخور) أعلـن عنـها جيمـس هـاتون Hutton واضع أسس الجيولوجيا الحديثة والذى أوضح فـى المقـام الأول أن الأرض فى حالة تغير دائم ويتفق معظم الجيولوجيون على أن أهم حـدث طـرأ علـى تـاريخ الأرض هو بداية دهر الحياة الظاهرة وأن أثر الحيـاة القديمـة يقبـع بـين الصخـور فيما تحتويه من حفريات تُرجع تاريخ الحياة على الأرض إلى أكـثر مـن خمسـمائة مليون سنة كما أنها تحكى قصة الحياة على الأرض وكيف كانت فى كـل عصـر مـن عصورها .

المحتويات

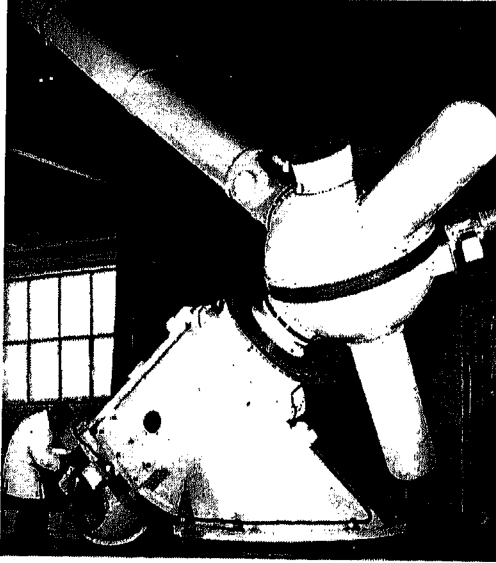
التعريف بالمؤلف

- محمد رضا على إبراهيم .
- موجه عام العلوم بوزارة التربية والتعليم .
- من مواليد مدينة القاهرة عام ١٩٤٤.
- حاصل على بكالوريوس فى العلوم والتربية عام ١٩٦٤ .
- تدرج فى وظائف التدريس والتوجيه فى وزارة التربية والتعليم .
- شارك فى تأليف الكتاب المرجع لمعلمى البيولوجيا فى البلاد العربية (عن طريق اليونسكو) .
- شارك فى تأليف كتب العلوم التى فازت فى مسابقة وزارة التربية والتعليم للصف الثانى والصف الثالث الإعدادى .
- شارك فى إعداد وتقديم البرامج التعليمية بتليفزيون جمهورية مصر العربية منذ عام ١٩٧١ .
- شارك فى إعداد أشرطة الفيديو التعليمية وأقراص الوسائط المتعددة للكمبيوتر بوزارة التربية والتعليم .
- شارك فى تدريب الموجهين والمدرسين لإنتاج وثائق تربوية مع المعهد المصرى الفرنسى .
- حصل على دورة تدريبية فى فرنسا (١٩٩٤) لمتابعة التكنولوجيا المتطورة للوسائط المتعددة والتجارب العملية عن طريق الكمبيوتر .
- يشارك فى أعمال مركز تطوير المناهج ومركز التطوير التكنولوجى ومركز التقويم التربوى بوزارة التربية والتعليم .

الفصل الأول

الكون والمجموعة الشمسية

* الكون .
* الفضاء القريب .
* الشمس .
* الكواكب .
* حزام كويبر .



الفصل الأول : الكون والمجموعة الشمسية
Cosmos and the solar system

* الكون Cosmos

هو الفضاء الشاسع الذى تتحرك فيه أعداد هائلة من النجوم والكواكب ، ومن نجوم هذا الكون الشمس التى تبدو ككرة من الغازات المتوهجة التى تمدنا بالضوء والحرارة . . وللشمس عائلة تتكون من الأرض وتسعة من الكواكب التى تدور حولها فى مدارات خاصة مكونة المجموعة الشمسية . . والقمر يدور حول الأرض ويعكس ضوء الشمس .

ووحدات الكون العظمى هى **المجرات** التى لا تحصى عدًا ، وكل مجرة galaxy تتكون من ملايين النجوم التى تتباعد عن بعضها آلاف بلايين الكيلو مترات ، ويصل إلينا جانب من ضوءها خافتا ضعيفا . ومجرتنا تسمى درب التبانة Milky way أو الطريق اللبنى حيث تنتشر فيها النجوم انتشار التبن الذى يبعثر على الأرض ، ولذا سميت بالتبانة . والمسافات بين النجوم ضرب من الخيال فالمسافة بيننا وبين بعض النجوم يقطعها الضوء فى ألف سنة أى تبعد عنا ألف سنة ضوئية .

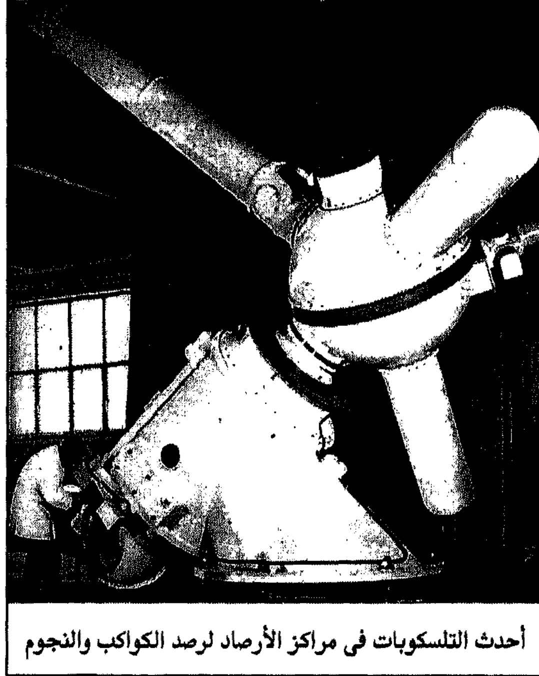
(السنة الضوئية = عشرة ملايين الملايين من الكيلو مترات وهى وحدة قياس المسافة بين النجوم) .

وتتباعد المجرات عن بعضها البعض بسرعة فائقة ويزداد بذلك حجم الكون (يتمدد) وكلما تباعدت المجرات ازدادت سرعتها ، ولا يعنى استمرار تباعد المجرات أن الكون ستختفى مجراته وراء حدود الكون المرئى ويصبح فارغا وذلك لأن هناك ملايين المجرات الجديدة التى تتولد عندما تختفى المجرات البعيدة ، والمجرات الجديدة تتولد من الغاز الكونى بنفس الطريقة التى ظهرت بها المجرات القديمة . وعندما نتأمل فى هذا النظام نجد أنه يفوق حدود الوصف

والخيال وقد أخبر القرآن الكريم فى إعجاز رائع عن ذلك فى سورة الواقعة (**فلا أقسم بمواقع النجوم وإنه لقسم لو تعلمون عظيم**) . (آيات ٧٥ ، ٧٦)

* الفضاء القريب :

هو ذلك الفضاء الذى تسبح فيه أفراد المجموعة الشمسية وتتحرك فيه الأقمار الصناعية ، وتقع الشمس فى مركز هذا الفضاء وتسبح فيه مع الكواكب السيارة التسعة وما يتبع كل كوكب منها من أقمار تدور حوله .



أحدث التلسكوبات فى مراكز الأرصاد لرصد الكواكب والنجوم

وتتشابه الكواكب الأربعة الأولى وتسمى مجموعة الكواكب الأرضية : **عطارد ، الزهرة ، الأرض ، المريخ .**

وذلك لتقارب حجومها وكثافة مادتها ، وأصغر أفرادها كوكب عطارد Mercury الذى يبلغ قطره $\frac{٢}{٥}$ من قطر الأرض ويتم دورته حول الشمس فى ٨٨ يوما أما كوكب الزهرة Venus فيبلغ قطره ٩٧,٣ ٪ من قطر الأرض وتغلفها غازات كثيفة وتدور حول الشمس دورة كل ٢٢٥ يوما .

أما كوكب المريخ Mars فيبلغ قطره نحو نصف قطر الأرض وجوه رقيق شفاف ويكمل دورته حول الشمس فى ٦٨٧ يوما .

وللأرض قمر واحد أما المريخ فله قمران .

وينتشر فراغ شاسع بين كوكب المريخ وكوكب المشترى Jupiter ويملأ هذا الفراغ نحو ١٥٠٠ من الكويكبات (أجسام سيارة صغيرة) والمشترى أكبر أفراد المجموعة الشمسية ويبلغ قطره ١١ مرة قدر قطر الأرض إلا أنه سريع الدوران ويكمل دورته حول الشمس فى ١١,٩ سنة . وتشبه أجواء كواكب المجموعة

الخارجية (زحل Seturn – أورانوس Uranus – نبتون Neptune – بلوتو Pluto) جو المشترى ، ويدور حول المشترى ١٦ قمرا أما زحل فله ١٧ قمرا وتدور حوله حلقات عظيمة ، ولأورانوس ١٤ قمرا ولنبتون قمران أما بلوتو فلا يعرف له إلا قمر واحد . وتدور جميع الكواكب والكويكبات فى اتجاه واحد حول الشمس بعكس اتجاه حركة عقارب الساعة وكذلك جميع الأقمار تدور عكس عقارب الساعة إلى جانب أن الشمس وجميع الكواكب تدور حول محاورها فى نفس الاتجاه .

(جميع وحدات الكون تدور فى اتجاه عكس اتجاه عقارب الساعة) .

* الشمس The sun :

أقرب نجم إلى الأرض وتبعد عنه بحوالى ١٥٠ مليون كيلو متر ، ورغم أنها كبيرة جدا بالنسبة للأرض إلا أنها صغيرة بالنسبة لنجوم أخرى ، وقطر الشمس أكثر من ١٠٩ أضعاف قطر الأرض ، وتزودنا الشمس بالحرارة والضوء وهما أساس الحياة ، ودرجة الحرارة فى مركز الشمس عالية جدًا لأن قلب الشمس يتألف من غاز الهيدروجين وتحدث تفاعلات نووية اندماجية ينتج عنها مقادير عظيمة من الحرارة تنبعث باستمرار من سطح الشمس ويسمى السطح النير وهو أبرد كثيرا من داخلها ، وتبلغ درجة حرارة السطح ٦٠٠٠° م ويبدو هذا السطح منقطا بفقاقيع غير منتظمة بسبب الغازات التى ترتفع إليه من الداخل ويندلع من سطح الشمس سحب من الغازات المتوهجة .

تدور الشمس حول محورها مرة كل ٢٥ يوما ويتم قياس هذه الحركة بمتابعة حركة البقع المظلمة الكبيرة التى على سطح الشمس وتعرف **بالكُلف الشمسية** ، ويرافق هذه البقع المظلمة بقع لامعة تدعى **الصياخد** بالإضافة إلى التأججات العظيمة فى جو الشمس والتى تسمى **الاندلاعات** وتدوم لفترة قصيرة وتشوش هذه الاندلاعات على البث الإذاعى وتعطل انتقال الإشارات اللاسلكية .

وتنتشر الطاقة الحرارية والضوئية المنبعثة من الشمس عبر الفضاء فى جميع الاتجاهات ، والطاقة الحرارية من الشمس تعرف بالإشعاع تحت الأحمر وهو إشعاع غير

مرئى ولكنه يستشعر بالحس فكل جسم يمتص هذا الإشعاع يصبح أسخن من ذى قبل ، هذا إلى جانب الإشعاع فوق البنفسجى والذى لا يصل منه إلى سطح الأرض إلا القليل جدا وهذا القليل يفيد صحيا (يحول مقدم فيتامين د تحت الجلد إلى فيتامين د بتأثير الأشعة فوق البنفسجية) والطاقة الحرارية والضوئية من الشمس ضرورية للحياة فهى تحفظ درجة حرارة الأرض والجو لتصبح صالحة للحياة وضرورية للرؤية ونمو النبات وقيامه بعملية البناء الضوئى .



* الكواكب :

عطارد	Mercury
الزهرة	Venus
الأرض	Earth
المريخ	Mars
المشترى	Jupiter
زحل	Saturn
أورانوس	Uranus
نبتون	Neptone
بلوتو	Pluto

عطارد :

- أقرب الكواكب إلى الشمس وسطحه ملىء بالجبال العالية وفوهات البراكين .
- يبعد عنها ٥ مليون كيلو متر .
- يدور حولها مرة كل ٨٨ يوما .
- يدور حول نفسه مرة كل ٥٩ يوما (يوم عطارد طويل جدا) .


كوكب عطارد

- كوكب صخرى موحش لا يوجد على سطحه حياة أو ماء .
- ليس له غلاف جوى ولذا يفقد حرارته ليلاً .
- ليس له أقمار تدور حوله ويرجع ذلك لضعف قوة جاذبيته .
- درجة الحرارة على سطحه ٤٠٠° س نهارا (لا يصلح للحياة) ، ١٥٠° س ليلاً .

الزهرة :


كوكب الزهرة

- حجمه يساوى حجم الأرض ، ويظهر فى السماء لامعًا أكثر من أى كوكب آخر ويمر بأطوار مماثلة لأطوار القمر .
- يدور حول نفسه مرة كل ٢٥٠ يوما وحول الشمس فى ٢٢٥ يوما .
- ليس له أقمار ، ومحاط بغلاف جوى عبارة عن سحب كثيفة من غازات ضارة .
- درجة الحرارة على سطحه من ٢٠٠° س إلى ٤٥٠° س ولا يوجد ماء على سطحه .
- يحيط به سحب تحبس حرارة الكوكب (لا يصلح للحياة) .
- الضغط الجوى على سطحه أكثر من ٩٠ مرة من الضغط الجوى على سطح الأرض .

الأرض :


كوكب الأرض

- تدور حول محورها مرة كل ٢٤ ساعة (تدور من الغرب إلى الشرق) .
- تدور حول الشمس مرة كل $\frac{1}{4}$٣٦٥ يوم .
- يحيط بها غلاف مائى وغلاف هوائى .
- لا ترتفع درجة حرارة السطح عن ٥٠° س (صالح للحياة) .
- يدور حولها قمر واحد .

المريخ :

- يدور حول الشمس مرة كل ٦٨٧ يوما ويبلغ قطره نحو نصف قطر الأرض .
- يدور حول نفسه مرة كل ٢٤ ساعة .
- جو المريخ يشبه جو الصحراء القطبية .

(درجة الحرة ١٢° س فى النهار ، -٦٢° س فى الليل) .

- الكوكب لونه أحمر ويتبعه قمران .
- له غلاف جوى رقيق به نسبة ضئيلة من الأكسجين وبخار الماء وثانى أكسيد الكربون.

المشترى :



- أكبر كواكب المجموعة الشمسية (قطره يبلغ ١١ مرة قدر قطر الأرض) .
- يدور حول الشمس مرة كل ١١,٨ سنة (عامه طويل جدا) .
- يدور حول نفسه مرة كل ١٠ ساعات (يومه قصير جدا) .
- تصل درجة حرارة السطح -١٢٠° س .
- توجد بقع حمراء بيضاوية كبيرة على سطحه.
- يبلغ الضغط الجوى على سطحه خمسة أضعاف الضغط الجوى على سطح الأرض .
- يدور حوله مجموعة من الأقمار .

زحل :


كوكب زحل

- ثانى الكواكب من حيث الحجم (قطره يساوى حوالى ١٠ مرات قطر الأرض) .
- يدور فوق خط استواءه عدد من الحلقات تمتد فى الفضاء لأكثر من ١٥٠ ألف كيلو متر وتتكون من قطع صغيرة من الصخور والجليد .
- يدور حول الشمس مرة كل ٢٥,٥ سنة (عامه طويل جدا جدا) .

- يدور حول نفسه مرة كل ١٠ ساعات (يومه قصير جدا) .
- تصل درجة حرارة السطح -١٢٠° س .
- يتبعه ٢٣ قمرا .

أورانوس :



- يظهر فى الفضاء على هيئة كرة ملساء لونها أخضر مزرق .
- يدور حول الشمس مرة كل ٨٥ سنة .
- يدور حول محوره مرة كل ١١ ساعة .
- يدور حوله عدد من الحلقات مستواها عمودى على مستوى دورانه حول الشمس
- يتبعه ١٥ قمرا .
- درجة حرارة السطح -١٨٠° س .

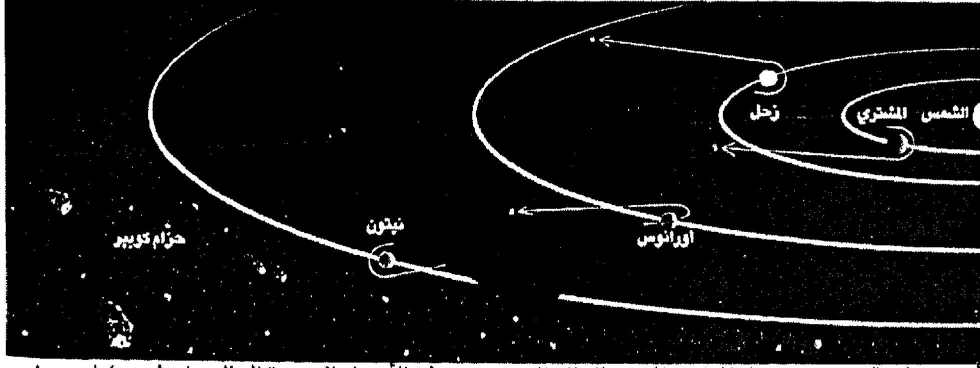
نبتون :

- يبدو فى الفضاء كماسة زرقاء تشع بضوء خافت .
- يدور حول الشمس مرة كل ١٦٥ سنة .
- يدور حول نفسه مرة كل ١٦ ساعة .
- يتبعه عدد من الأقمار يشاهد منها بوضوح قمران .
- درجة حرارة السطح -٢٢٠° س .

بلوتو :

- أصغر كواكب المجموعة الشمسية حجما .
- يدور حول الشمس مرة كل ٢٤٨ سنة ويغلب عليه الظلام .
- يدور حول نفسه مرة كل ٩ أيام .
- ليس له غلاف جوى .
- له قمر واحد .

* حزام كويبر Kuiper belt :

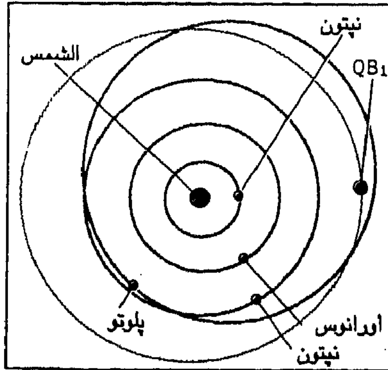


أسفرت ثقالة الكواكب خلال المراحل المبكرة للنظام الشمسي عن دفع الأجسام الصغيرة إلى الدوران في مدارات حول نبتون وقد اتجهت بعض هذه الأجسام نحو الشمس . في حين انطلقت أخرى بسرعة مفرطة نحو غيمة أورت النائية (غير مبينة في الشكل)

تمكن العالم الأمريكي كويبر من اكتشاف وجود مجموعة نائية من الأجرام السماوية أبعد عن الشمس من أى كوكب آخر ، وقد دافع كويبر عن اكتشافه بقوة منذ عام ١٩٥١ وتأكد ذلك للعلماء عام ١٩٩٢ . وتسمى هذه المجموعة من الأجرام (**حزام كويبر**) Kuiper belt .

وقد تأكد كويبر من هذه الحقيقة نتيجة لمعرفته العميقة بسلوك مذنبات معينة ومن ثم أوضح كويبر وآخرون أن النظام الشمسي لا ينتهى عند نبتون أو بلوتو (اللذين ينافس كل منهما الآخر على من يكون منهما الأبعد عن الشمس) بل تصوروا وجود حزام وراء نبتون وبلوتو مؤلف من مواد تخلفت عن عملية تكون الكواكب ، وهذه البقايا بعيدة جدا عن الشمس ، ولذلك فمن المحتمل أنها مكون من الجليد وغازات أخرى متجمدة مما يجعلها شبيهة للغاية لنوى المذنبات .

وقد تمكن العلماء من رصد حزام كويبر باستخدام تلسكوب جامعة هاواى (يبلغ قطره ٢,٢ متر) ومشيد على جبل ماوناكيا .

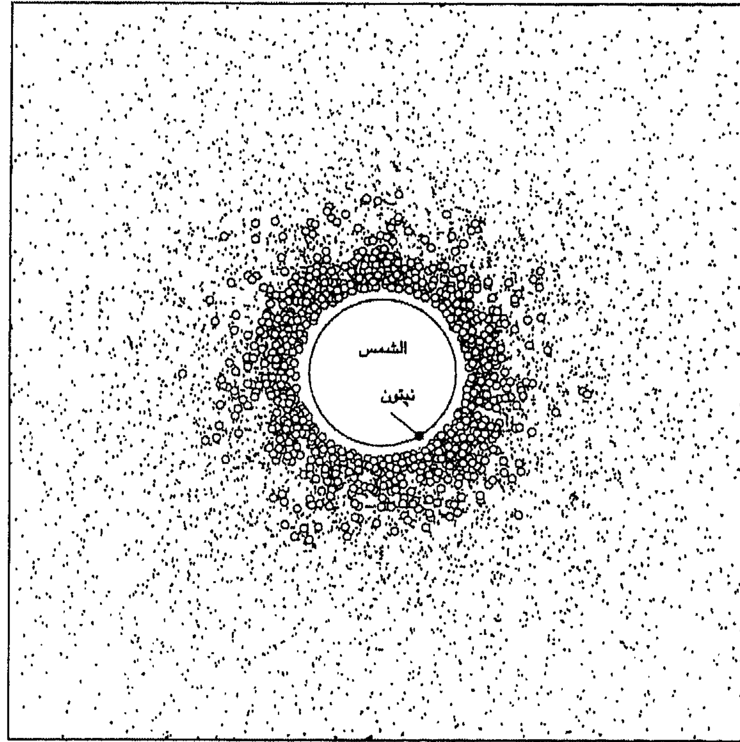


رصد QB_1 من حزام كويبر وتحديد فلكه

وأسفرت عمليات الرصد عن اكتشاف عدد من الأجسام فى حزام كويبر تبلغ ٣٢ جسما مشترك فى عدد من السمات منها أنها تقع رواء نبتون مما يوحى بأن الحافة الداخلية لحزام كويبر تتحدد بهذا الكوكب ، كما أن جميع هذه الأجرام السماوية المكتشفة حديثا تسبح فى أفلاك ذات أقطار صغيرة مما يجعلها أصغر كثيرا من كوكب بلوتو .

ويقدر العلماء أن يكون عدد الأجسام فى حزام كويبر ٣٥,٠٠٠ جسم ومن ثم فإنه يحتمل أن تكون الكتلة الكلية لهذا الحزام أكبر بمئات المرات من حزام الكويكبات الواقع بين المريخ والمشترى ويعتقد الفلكيون بأن هناك ما يكفى من المادة فى حزام كويبر لتشكيل المذنبات وأنه بمثابة مستودع لهذه المذنبات حيث تنطلق الأجسام من حافة الحزام إلى النظام الشمسى الداخلى وفى النهاية يحترق الكثير منها ببطء ويرتطم بعضها بالكواكب .

توفر الاكتشافات الحديثة للأجسام فى حزام كويبر رؤية جديد للنظام الشمسى الخارجى ، ولا تنبع خصوصية بلوتو إلا من كونه أكبر من أى جسم آخر فى حزام كويبر .

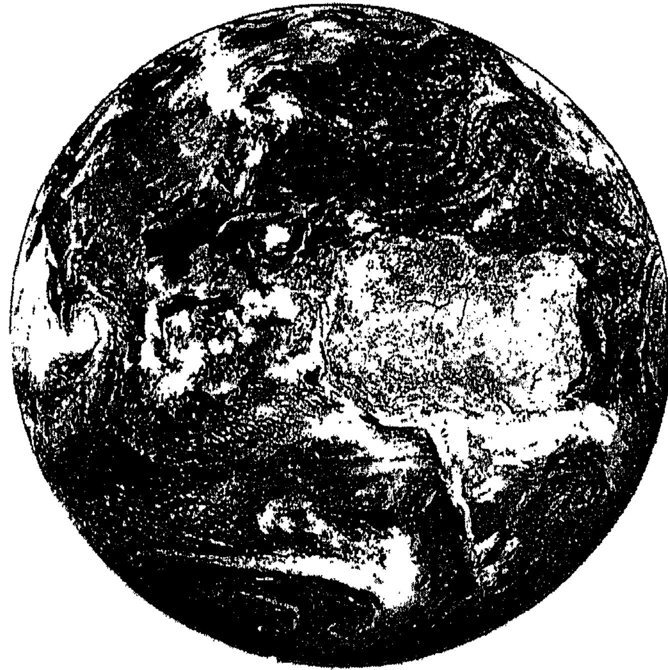


قد يدور عدد لا يحصى من الأجسام فى حزام كويبر بعيدا عن الشمس ، لكن يتعذر رؤية جميع هذه الأجسام من الأرض . والأجسام (الدوائر) التى يمكن رصدها على نحو مرض باستخدام التلسكوب على جبل ماوناكيا فى هاواى يقع معظمها قريبا من الحدود الداخلية للحزام كما نرى فى هذه الصورة لتوزيع المادة البعيدة .

الفصل الثانى

كـــوكـــب الأرض

* الغلاف الجوى .
* الغلاف المائى .
* الغلاف الصخرى .
* الجاذبية الأرضية .
* الإشعاع الشمسى
* القمر .
* حركة الأرض وحركة القمر .



الفصل الثانى : كوكب الأرض The Earth



أحد كواكب المجموعة الشمسية ، يتكون من لُب مركزى يحيط به غلاف صخرى يكون القارات بينها أحواض ضخمة من البحار والمحيطات والأنهار مكونة الغلاف المائى ، ويحيط بالكوكب غلافة هوائية كثيفة هى الغلاف الجوى .

(١) الغلاف الجوى The atmosphere

يتكون من غازات وأبخرة متنوعة الخواص منها ، الأكسجين والنيتروجين وثانى أكسيد الكربون والأوزون والهيدروجين وبخار الماء وغازات خاملة مثل الأرجون وكلها غازات عديمة اللون والطعم والرائحة .

هذا إلى جانب الغازات التى تنطلق فى المناطق البركانية وحقول البترول ومنها النشادر والغازات الكبريتية وتتميز برائحتها النفاذة .

ويكون الأكسجين ٢٠,٤ ٪ من حجم الهواء والنيتروجين ٧٨,٦ ٪ والأكسجين ضرورى لجميع الكائنات الحية فى عملية التنفس . والنيتروجين ضرورى ليكبح عمليات الاحتراق .

ويتألف الغلاف الجوى من عدة طبقات جوية لكل منها خصائصها وأهم هذه الطبقات :

(١) التروبوسفير Troposphere .

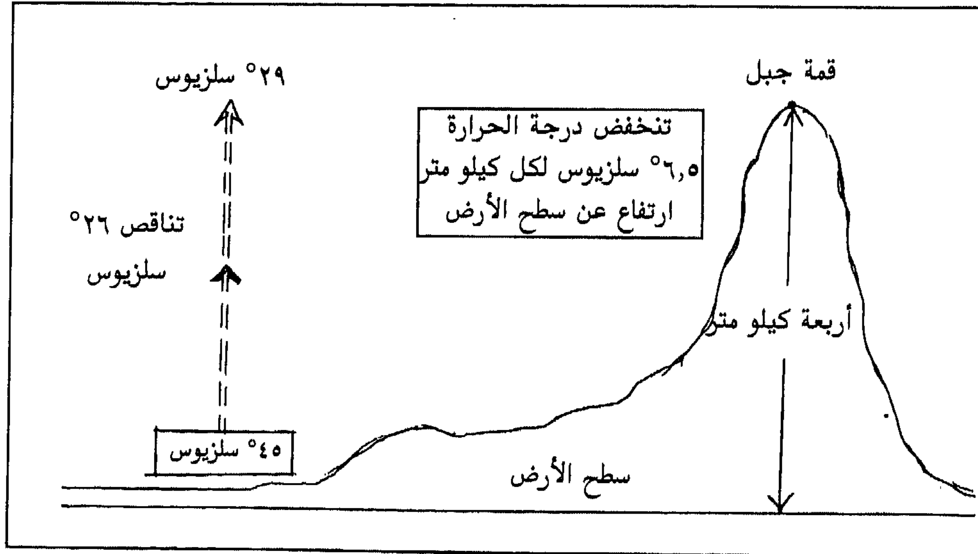
(٢) الأستراتوسفير Stratosphere .

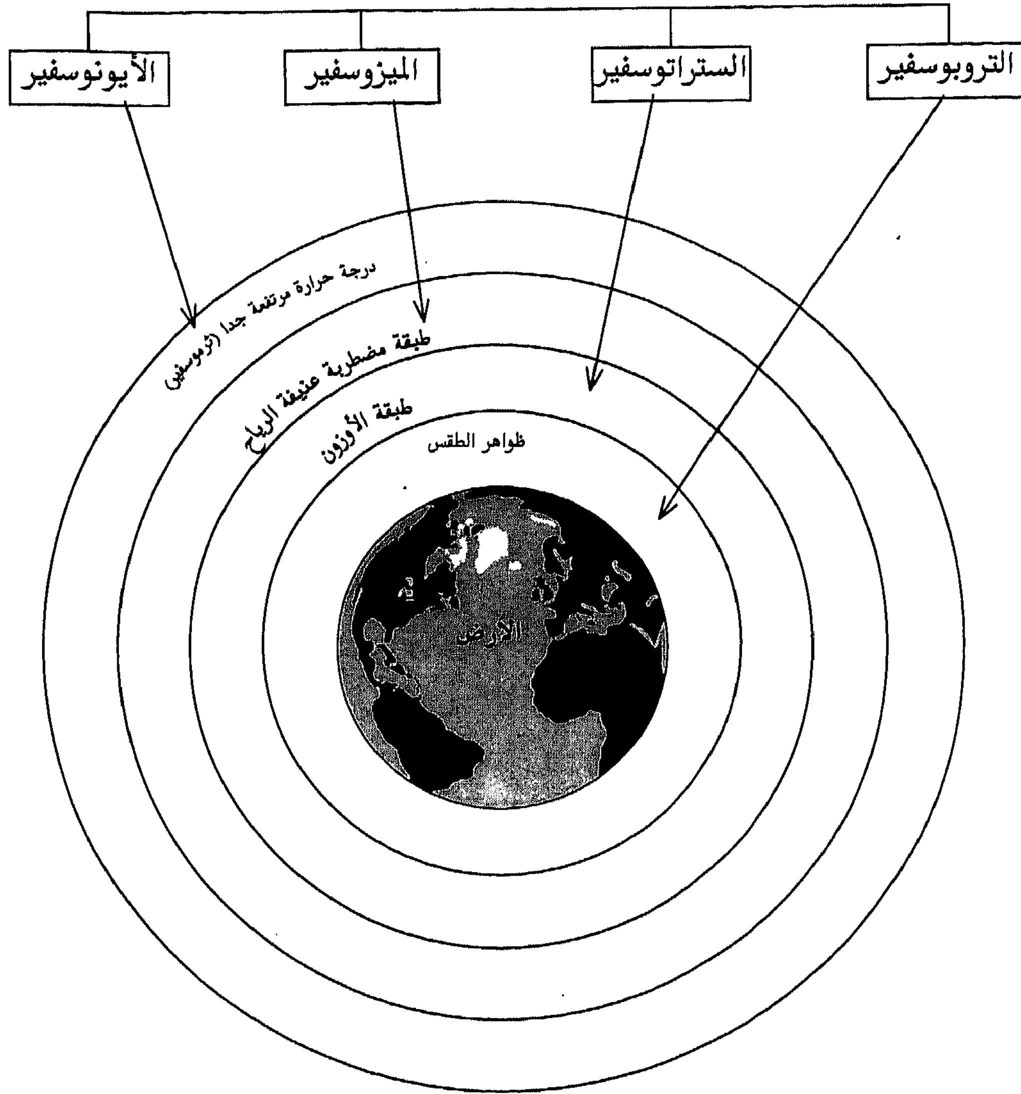
(٣) الميزوسفير Mesosphere .

(٤) الأيونوسفير Ionosphere .

* طبقة التروبوسفير :

مجموعة الغازات والأبخرة التى تغلف سطح الأرض ، ويتراوح سمك الهواء فى هذه الطبقة بين عشرة كيلومترات عند القطبين وعشرين كيلو مترا عند خط الاستواء ، وتتميز هذه الطبقة بكثرة السحب والأتربة وبخار الماء وتقل درجة حرارتها كلما ابتعدنا عن سطح الأرض – وهذه الطبقة ذات أهمية حيوية للإنسان لاحتوائها على الأكسجين كما أن لها أهمية جيولوجية فيما يتعلق بأثر حركة الرياح فى هذه الطبقة على تضاريس الأرض .





*** طبقة الاستراتوسفير :**

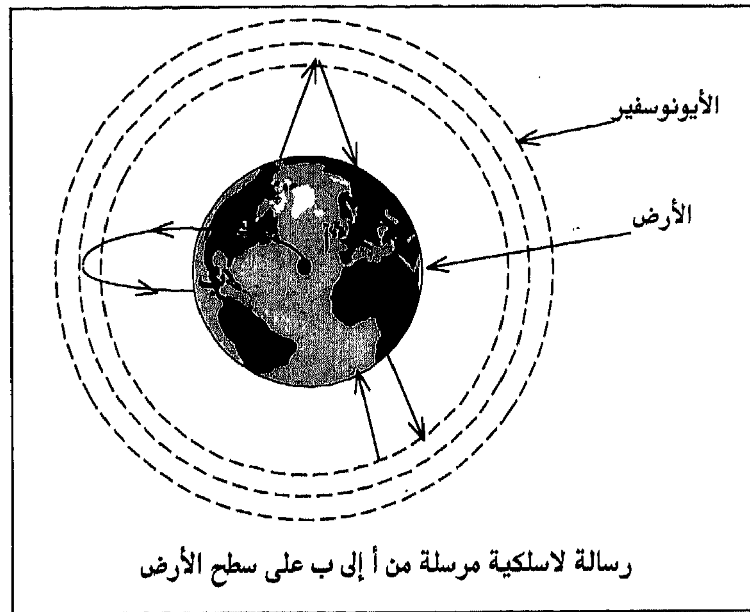
تلى طبقة التروبوسفير ويصل متوسط سمكها إلى ٥٠ كيلو مترا وتقل فيها نسبة الأتربة والسحب وبخار الماء ، وتحتوى هذه الطبقة غاز الأوزون الذى يشكل طبقة تعوق نفاذ أغلب الأشعة فوق البنفسجية الآتية من الفضاء إلى سطح الأرض مما يكفل استمرارية الحياة .

*** طبقة الميزوسفير :**

تلى طبقة الاستراتوسفير وتمتد ٨٠ كيلو مترا من سطح الأرض ، وتتميز بأنها طبقة مضطربة عنيفة الرياح .

*** طبقة الأيونوسفير :**

الطبقة الخارجية من الغلاف الجوى ، تحتوى العناصر الغازية فى حالة أيونية نتيجة تأثرها بالأشعة الكونية وذلك يجعلها جيدة التوصيل للكهرباء وتعتبر بمثابة سطح عاكس للموجات اللاسلكية عبر الكرة الأرضية ، وتمتد هذه الطبقة أكثر من ٨٠ كيلو مترا من سطح الأرض ودرجة الحرارة مرتفعة جدا .



رسالة لاسلكية مرسلة من أ إلى ب على سطح الأرض

*** الغلاف المائى The Hydrosphere :**

تشكل مياه أحواض البحار والمحيطات والأنهار والبحيرات الغلاف المائى ، وتغطى أكثر من ٧٥ ٪ من جملة مساحة سطح الأرض إلى جانب المياه الأرضية بباطن الأرض . ويمتد الغلاف المائى مكونا ما يعرف بمستوى سطح البحر المتعارف عليه والذى تنسب

إليه ارتفاعات الجبال والهضاب وانخفاض السهول والوديان ، والغلاف المائى يحتوى المياه العذبة فى أحواض الأنهار وبعض البحيرات والآبار والعيون ومياه البحار التى تحتوى أملاح الكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم ، ولهذا فإن الغلاف المائى بجانب كونه من العناصر الأساسية اللازمة لحياة الإنسان فإن له أهميته الجيولوجية الفعالة التى تحدث تغيرا فى شكل اليابسة .

* الغلاف الصخرى The lithosphere :

يحيط الغلاف الصخرى ، باللب ويتراوح سمك هذا الغلاف بين ٢٨٠٠ إلى ٢٩٠٠ كيلو متر طبقا لما حدده بدقة العالم الجيولوجى جوتنبرج Gutenberg فى بداية القرن ، وأثبت العالم موهو Moho أن هذا الغلاف يتركب من غلافين أحدهما خارجى يبلغ متوسط سمك صخوره ٤٠ كيلو مترا ويسمى القشرة الأرضية والآخر داخلى ويبلغ سمكه ٢٩٠٠ كيلو متر ويسمى الوشاح .

(١) القشرة الأرضية :

تتكون من طبقتين متفاوتتين فى السمك ومختلفتين فى التكوين الصخرى إحداهما خارجية وتسمى طبقة السيال Sial والأخرى داخلية وتسمى طبقة السيما Sima .

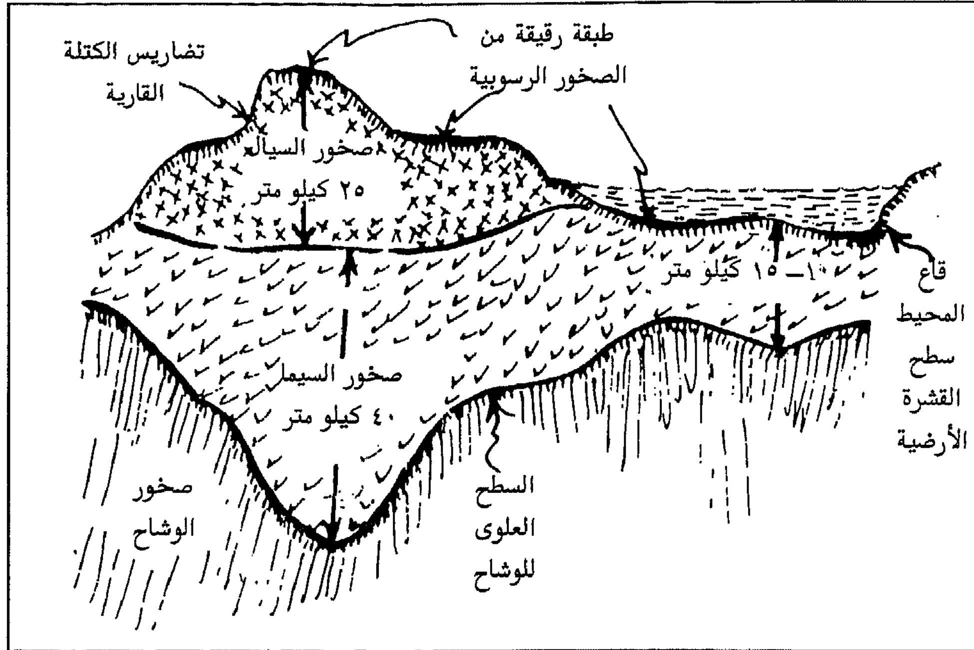
*** طبقة السيال Si-Al :**

تتركب من صخور الجرانيت الغنية بعنصرى السليكون والألومنيوم (Si/Al) وهذه الطبقة تختفى تحت أحواض البحار والمحيطات ويبلغ سمكها أقصاه تحت الكتل القارية حيث يصل إلى ٢٥ كيلو مترا .

*** طبقة السيما Si-Ma :**

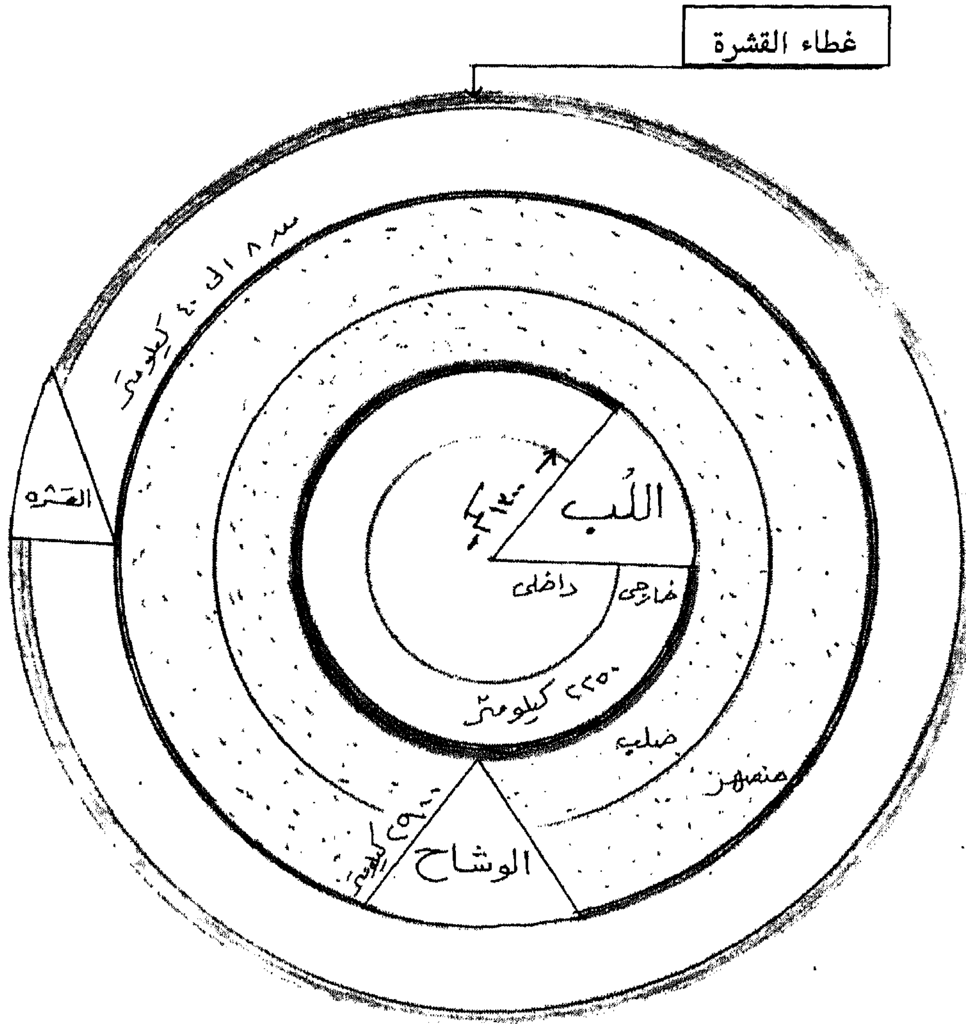
تتركب من صخور البازلت الغنية بعنصرى السليكون والمغنسيوم (Si / Ma) وهى ذات كثافة أكبر من صخور السيال – وصخور السيما تختلف فىالسمك فهى بين ١٠ إلى ١٥ كيلو مترا تحت أحواض البحار ويصل إلى ٤٠ كيلو مترا تحت الجبال والهضاب .

* (لا يقتصر تكوين القشرة الأرضية على الصخور النارية بل يغطى أجزاء من سطحها الصخور الرسوبية التى تتكون نتيجة نشاط عوامل التعرية) .



(٢) الوشاح The Mantle :

تتألف صخوره من الحديد والمغنسيوم والسليكون تحت درجة حرارة عالية جدا قد تصل لأكثر من ٢٠٠٠°م وتحت ضغط مرتفع ، والتأثير العالى لكل من الحرارة والضغط على هذه الصخور يجعلها فى حالة بين السيولة والجمودة أى فى حالة تميع ؛ ولهذا فإن الوشاح هو المصدر الأساسى للحمم والمصهورات الملتهبة التى تندفع من باطن الأرض عند ثورة البراكين .



*** لب الأرض The core :**

التصور الحديث لتكوين لب الأرض جاء من دراسات علماء الـزلازل وعلـى رأسـهم العالم فيكرت Weichert والعالمة ليهمان Lehman ويوضح هذا التصور تكوين لـب الأرض على النحو التالى :

(أ) لب داخلى :

مركزى كروى الشكل قطره حوالى ١٣٠٠ كيلـو متر ، ويتـألف مـن صخـور صلبـة عناصرها من الحديد والنيكل وكثافتها ١٥ جم/سم٣ وتبلـغ درجـة الحـرارة أكـثر مـن ٣٠٠ درجة ويصل الضغط فى هذا اللب الداخلى لأكثر من ٣ مليون ضغط جوى

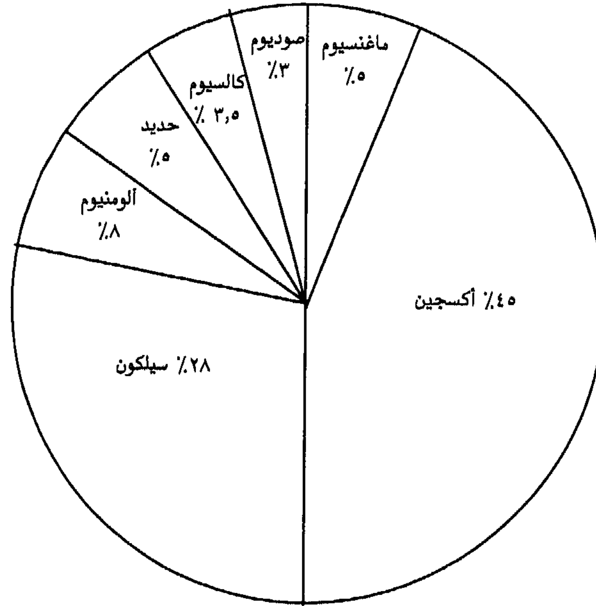
(ب) اللب الخارجي :

يتراوح سمكه بين ٢٠٠٠ – ٢٢٥٠ كيلو مترا ، ويتألف بصفة أساسية مـن مصـهور الحديد والنيكل والكروم تحـت ضغـط ٢ مليـون ضغـط جـوى وكثافـة ١٠ جـم / سم٣ ودرجة حرارة مطلقة تصل إلى ٢٥٠٠ درجة .

ولقد عززت الاكتشافات الحديثة هذا التصور لمكونات لـب الأرض ومكنـت العلمـاء من تفسير أصل المجال المغناطيسى للأرض .

* **العناصر التى تدخل فى تركيب صخور الأرض :**

أكثرهـا انتشـارا الأكسـجين يليـه السـليكون ثـم الألومنيـوم فــالحديد والصوديــوم والماغنسيوم .



* الجاذبية الأرضية :

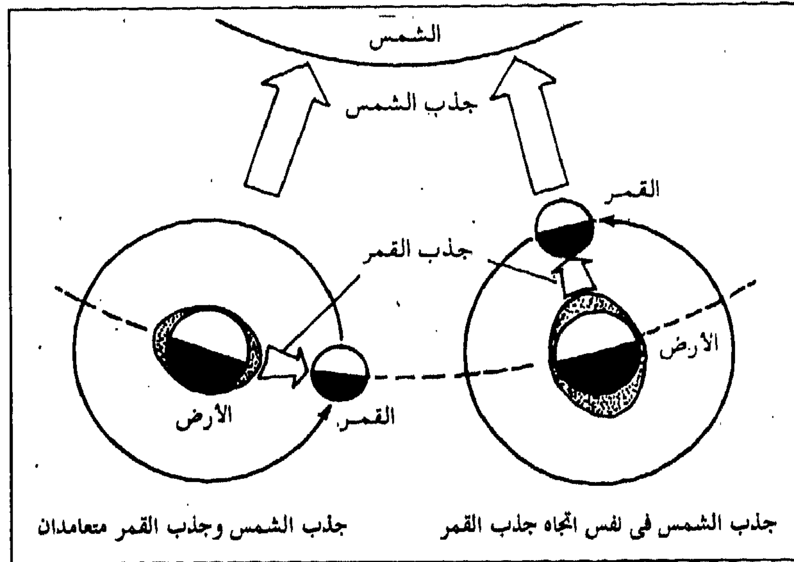
إذا رميت كرة أو حجرا لأعلى فإنه يسقط على الأرض وهذا معناه أن هناك قوة مـا تجذبها إلى الأرض ، وتستطيع أن تدرك هذه القـوة عندمـا تحمـل جسـما بيـدك فـإن القوة (وزن الجسم) هى قوة جذب الأرض لـهذا الجسم ، ويرجع هذا الاكتشاف إلى العالم اسحق نيوتن الذى اكتشف القوة الجاذبة للأجسام والتى تشد الأجسام إلى سطح الأرض وهى التى تؤدى إلى أن جميع الأجسام يصبح لـها وزن .

وعندما ترتفع الأجسام بعيدا عن سطح الأرض (مثل الطائرة) فإن وزنها يقل لأن قوة الجاذبية الأرضية عليها تقل ، ويلاحظ رواد الفضاء أن هناك نقصا تدريجيا فى أوزانهم كلما ارتفعوا فى الفضاء .

وعندما تنطلق مركبة فضائية من الأرض إلى القمر تخرج تدريجيا من مجال جاذبية الأرض لتدخل جاذبية القمر حيث أنها أضعف بحوالى ٦ مرات ، فالرجل الذى يزن ٦٠ كيلو جراما على سطح الأرض يزن ١٠ كيلو جرامات على سطح القمر .

وتتحكم الجاذبية الأرضية فى استمرارية حركة القمر حول الأرض بتوازنها مع قوة الطرد المركزى الناشئة عن دوران القمر .

كما تتحكم الجاذبية الأرضية فى كتل جميع الأجسام الموجودة على سطح الأرض وتتأثر الأرض بجاذبية كل من القمر والشمس ويظهر أثر ذلك فى الغلاف المائى فيما يعرف بظاهرة **المد والجزر** ، وتشاهد هذه الظاهرة على الشواطئ حيث ترتفع المياه لتغطى جزءا من رمال الشاطئ ثم تنحسر بعد فترة مبتعدة عن الشاطئ ، ويكون المد أكثر ارتفاعا والجزر أكثر انخفاضا مرتين فى الشهر تقريبا ، وذلك عندما يكون القمر بدرًا أو محاقًا حيث يحدث جذب للشمس فى نفس اتجاه جذب القمر (قوة جذب كل من الشمس والقمر للأرض فى اتجاه واحد) أما إذا تعامدت جاذبية القمر مع جاذبية الشمس (ويحدث ذلك مرتين فى الشهر أيضا) فإن المد يكون منخفضا . ويستفاد من هذه الظاهرة فى إدارة التوربينات لتوليد الكهرباء فى بعض المناطق من العالم .



* الإشعاع الشمسى :

يصل إلى الأرض من الشمس إشعاع يحتوى على نسب متباينة من الضوء الذى تختلف ألوانه بين الأحمر والبنفسجى إلى جانب الإشعاعات الحرارية والأشعة فوق البنفسجية . ويصل ضوء الشمس نهايته العظمى عند انتصاف النهار ، وهو فى فصل الصيف ضعف قيمته فى فصل الشتاء ولهذا الضوء اتصال وثيق بنمو النبات وتكوين الأزهار .

وتصل حرارة الشمس إلى الأرض فى صورة الأشعة تحت الحمراء - ويتناقص الإشعاع الشمسى بدخوله جو الأرض حيث يحدث له تشتت بتأثير جزيئات الهواء والغبار وأكبر قدر من الإشعاع الشمسى هو ما يصل إلى خط الاستواء وأقل قدر يصل إلى القطبين ويتعامد الإشعاع الشمسى على خط الاستواء يوم ٢١ مارس ثم يوم ٢٢ سبتمبر حيث يتساوى الليل والنهار فى أنحاء الأرض وفيما بعد ٢١ مارس تبدأ الشمس تهاجر ظاهريا نحو الشمال فيزداد طول النهار فى نصف الكرة الشمالى ويبلغ أقصا فى ٢١ يونيو ثم تبدأ الهجرة الظاهرية نحو الجنوب بعد ٢٢ سبتمبر حتى تبلغ أقصاها فى ٢٢ ديسمبر ، ومن ثم تعود مرة أخرى . . وتبعا لما سبق يتغير طول النهار من فصل لآخر . . وينعدم الإشعاع الشمسى عند القطب الشمالى من ٢٢ سبتمبر إلى ٢١ مارس لأن الشمس لا تشرق هناك خلال هذه المدة ، ويكون الإشعاع ظاهرا فى المد القصيرة بين ٢١ مارس ، ٢٢ سبتمبر إلا أن حرارة الجو عند القطب ــ مع وجود هذا الإشعاع ــ تستمر دون نقطة التجمد طول الصيف نظرا لميل الأشعة بدرجة كبيرة وضياع ما يفقد منها خلال الجو فى إذابة ثلوج الشتاء .

* القمر The moon :

أقرب جار لنا فى الفضاء ويبعد عن الأرض ٣٨٤٠٠٠ كيلو متر ، يكمل دورته حول الأرض فى ٢٧ يوما وفى نفس المدة يكمل دورة حول محوره (لذلك يظل نفس الوجه منه فى مواجهة الأرض دائما) . والقمر غير منير بذاته وإنما يعكس ضوء الشمس . وعندما يقع القمر بين الأرض والشمس لا يمكن مشاهدته ولكن عندما ينتقل

فى مداره يتغير شكله لأن الشمس تنير المزيد منه تدريجيا حتى يصبح بدرا ثم يأخذ فى التناقص حتى يختفى ثانية وتدعى تلك الأشكال أوجه القمر .

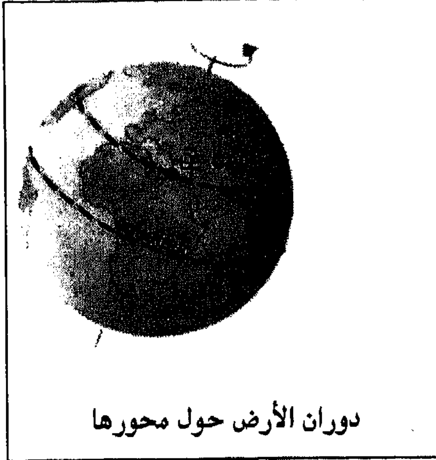
ويظهر على القمر بقع داكنة عبارة عن سهول جافة متسعة – ولا يوجد بالقمر أى ماء أو هواء ولا تسمح بيئته بالحياة ، وترتفع درجة حرارته نهارا إلى ١٠٠°س وتهبط ليلا إلى ١٠٠ درجة تحت الصفر – ويتساوى الليل والنهار فى القمر ويدوم كل منهما ١٤ يوما أرضيا .

وسطح القمر صخرى به أودية واسعة بركانية وسلاسل جبلية وقد هبط على سطح القمر رواد الفضاء الأمريكيون لأول مرة عام ١٩٦٩ من رواد أبوللو ١١ .



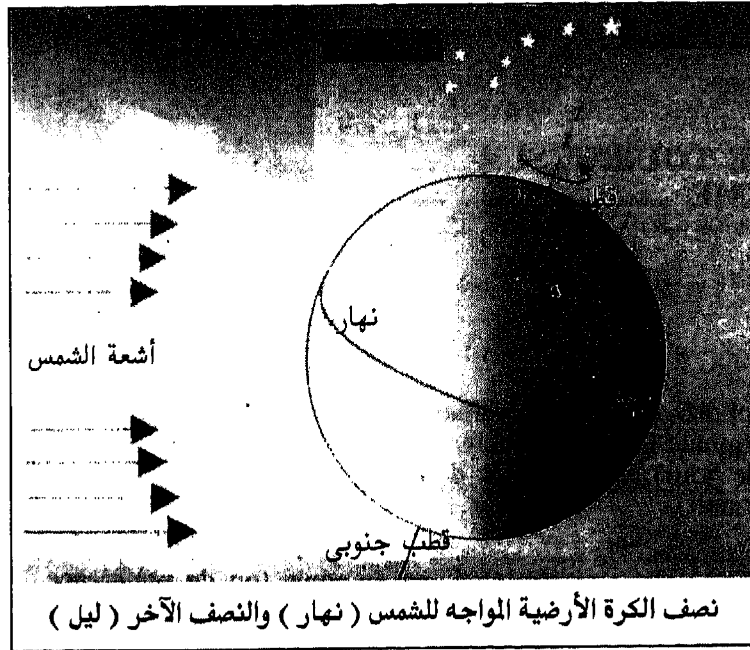
رائد الفضاء الأمريكى يرفع العلم على سطح القمر

* حركة الأرض وحركة القمر :


دوران الأرض حول محورها

تدور الأرض حول محورها مرة كل ٢٤ ساعة وهو ما يعرف باليوم الشمسى . . ومحور الأرض خط تخيلى يمتد من القطب الشمالى إلى القطب الجنوبى وهذا المحور يميل بمقدار ٢٣,٥° على الاتجاه العمودى على مستوى مدار الأرض حول الشمس .

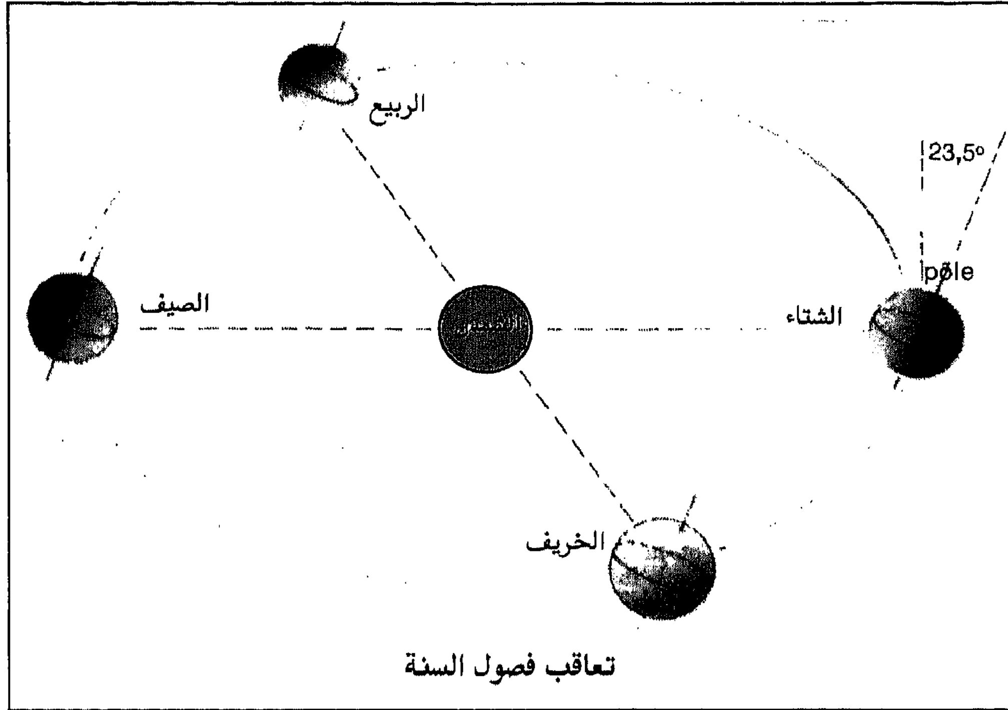
ونتيجة دوران الأرض حول محورها تحدث ظاهرة تعاقب الليل والنهار ويرجع اختلاف طول الليل والنهار إلى ميل محور الأرض .



نصف الكرة الأرضية المواجه للشمس (نهار) والنصف الآخر (ليل)

ودوران الأرض حول الشمس ينشأ عنه تعاقب فصول السنة (الصيف والخريف والشتاء والربيع) وفى فصل الصيف النهار أطول من الليل فى نصف الكرة الشمالى

وفى فصل الشتاء يكون الليل أطول من النهار ، ويتساوى طول الليل والنهار فى فصل الخريف والربيع .



تعاقب فصول السنة

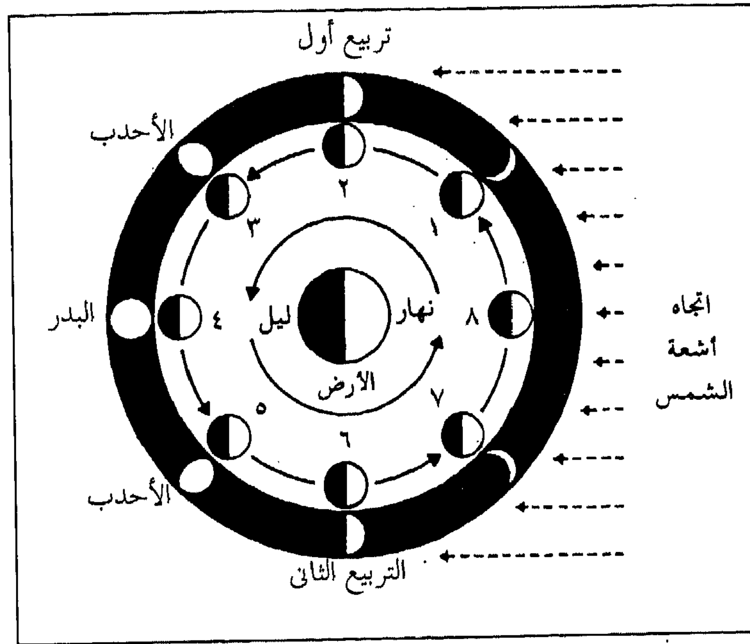
ويتم دوران الأرض حول الشمس فى مسار بيضاوى بسرعة متوسطة ٢٨,٥ كيلو متر/ثانية وهذه السرعة تزداد وتقل تبعًا لبعد أو قرب الأرض عن الشمس ، ويبلغ متوسط بعد الأرض عن الشمس ١٤٩,٦ مليون كيلو متر ويعرف هذا البعد بالوحدة الفلكية ، وتكمل الأرض دورتها حول الشمس فى $\frac{1}{4}$٣٦٥ يوم وهو ما نسميه بالعام .

*** دوران القمر :**

يدور حول الأرض فى نفس الفترة الزمنية التى يدور فيها حول محوره وهى ٢٧,٣٢ يومًا . ولذلك نرى دائما نفس الوجه للقمر عندما ننظر إليه من الأرض ، ويبدو القمر دائما متحركا من الشرق والغرب ويتأخر إشراق القمر على سطح الأرض كل يوم

٥٠ دقيقة عن اليوم السابق كما تختلف دورة القمر حول الأرض ما بين شهر وآخر في حدود سبع ساعات .

ينشأ عن دوران القمر حول الأرض عدة ظواهر منها حدوث أطوار القمر (أوجه القمر) حيث يأخذ القمر أطوارًا منذ بداية الشهر العربى وحتى نهايته وهذه الأطوار هى : الهلال – التربيع الأول – الأحدب – البدر – الأحدب – التربيع الثانى – الهلال – المحاق .

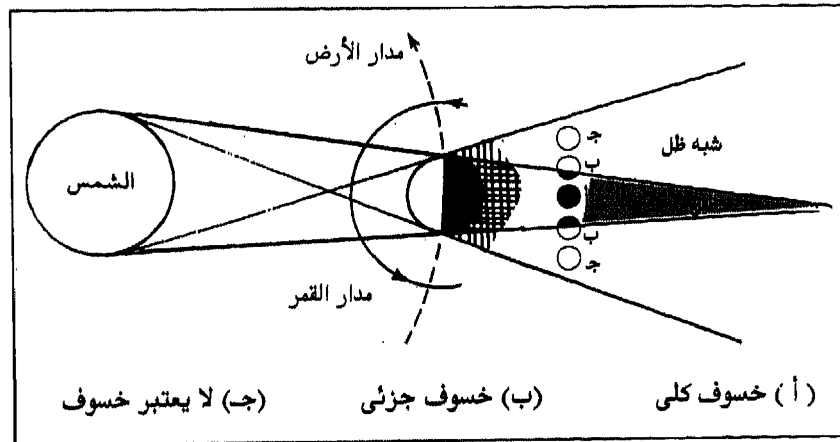


١– مع بداية الشهر العربى		هلال
٢ – بعد سبعة أيام (من بداية الشهر العربى)		التربيع الأول (نصف القمر)
٣ – فى اليوم الحادى عشر من الشهر العربى		الأحدب (القمر المحدب)
٤ – عند منتصف الشهر العربى		البدر (القمر كامل)

٥ – فى اليوم السابع عشر		الأحدب (القمر المحدب)
٦ – فى نهاية الأسبوع الثالث		التربيع الأخير (نصف القمر)
٧– فى اليوم السابع والعشرين		هلال
٨ – بعد مضى تسعة وعشرين يومًا		المحاق (القمر مختفى)

*** خسوف القمر :**

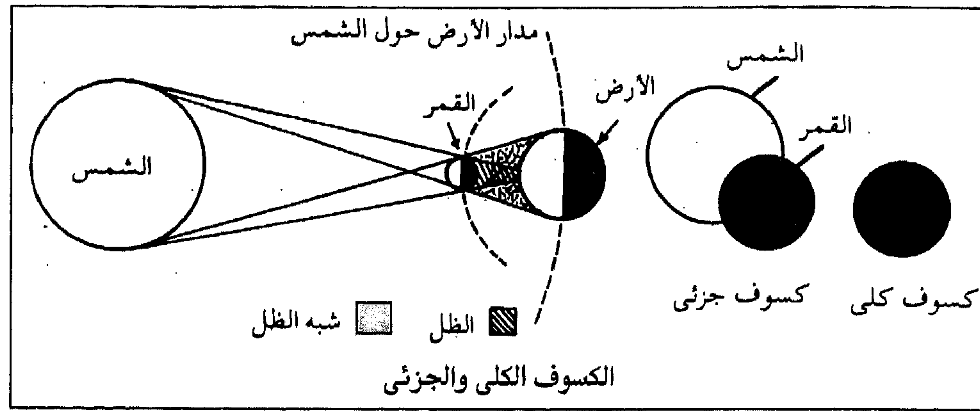
يحدث خسوف القمر عندما يكون القمر فى طور البدر ويكون القمر على نفس خط الأرض والشمس ، وعندما يتواجد القمر فى مخروط ظل الأرض يصبح على هيئة قرص أسود ويسمى الخسوف الكلى وعندما يتواجد القمر جزئيًا فى منطقة ظل الأرض يحدث الخسوف الجزئى وعند وقوع القمر بأكمله فى منطقة شبه ظل الأرض فإنه يبدو كقرص أحمر مضاء بإضاءة خافتة ولا يعتبر خسوفًا .

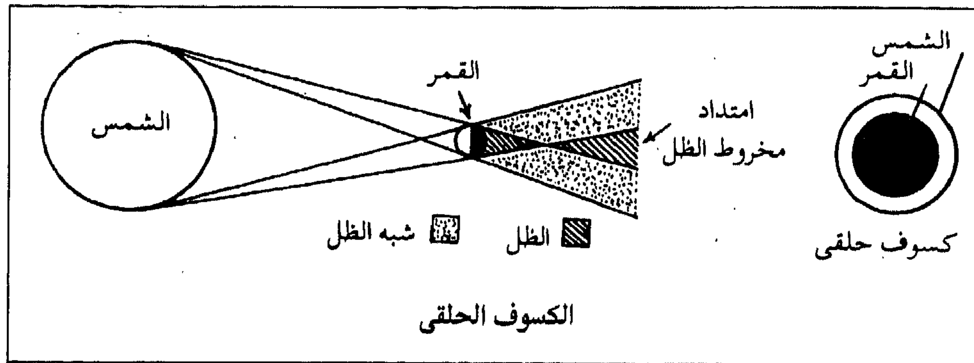


*** كسوف الشمس :**

ظاهرة ترتبط بحركة الأرض والقمر وتحدث عندما يكون القمر فى المحاق وفى وضع الاقتران بين الشمس والأرض أى يقع القمر على الخط الواصل بين الشمس والأرض .

ويكون الكسوف كليا وتشاهد الشمس كقرص أسود عندمـا تشـاهد فـى منطقـة ظـل القمر على الأرض ، ويكون الكسوف جزيئًا عندما يشاهد فى منطقـة شبـه ظـل القمـر على الأرض حيث يحجب القمر جزءا من قـرص الشمـس ، ويكـون الكسـوف حلقيًّـا عندما يكون القمر فى أقرب نقطة له من الشمس حيث ينتهى مخروط ظله فى الفضـاء وتبدو الشمس فى هذه الحالة كقـرص أسـود محـاط بهالـة مضيئـة ويسـتفاد مـن هـذه الظاهرة فى دراسة جو الشمس .





الفصل الثالث

الـمـعــادن

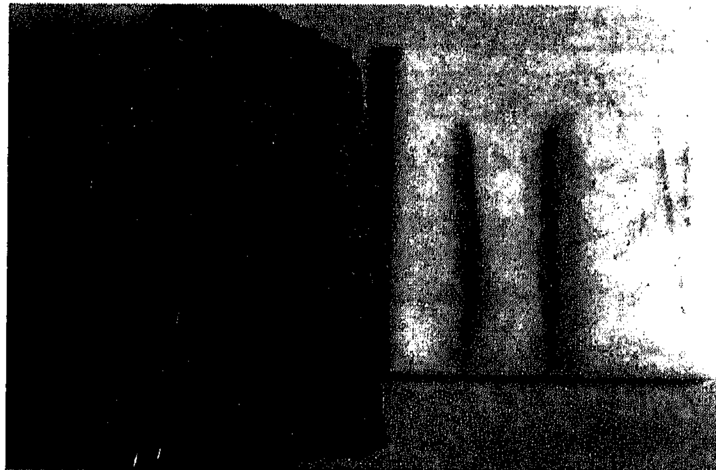
* الخواص الفيزيائية للمعادن :

(١) الخواص الضوئية . (٢) الخواص الحسية .

(٣) خواص التركيب البنائى للجزيئات .

(٤) الخواص المغناطيسية والإشعاعية والحرارية .

* أمثلة لبعض المعادن الاقتصادية .



الفصل الثالث : المعادن Minerals

المعدن عبارة عن مادة من أصل غير عضوى تتكون فى الطبيعة بتركيب كيميائى محدد قد تكون من عنصر معين يوجد فى الطبيعة منفردا أو من مركب كيميائى لعدد من العناصر .


الجرافيت

وتوجد المعادن فى الطبيعة بأعداد ضخمة اكتشف منها أكثر من ألفين معدن ومعظمها يحيط بنا من كل جانب فمعدن **الجرافيت** هو ذلك الجزء الذى يكتب على الورق باللون الأسود ويوجد داخل القلم الرصاص وهو أحد صور عنصر الكربون .

وتوجد معظم المعادن مدفونة فى باطن الأرض والقليل منها ظاهر على سطحها ولقد اهتم الإنسان بها لما لها من قيمة اقتصادية ، ولذلك نشط الإنسان فى البحث عنها واكتشافها واستغلالها إذا وجدت بكميات كبيرة وأنشأ منجمًا لاستغلال هذا المعدن كما فى الذهب والنحاس كما أن بعض المعادن يحصل عليها الإنسان بعيدا عن المناجم .

فالملح معدن نحصل عليه من البحار والمحيطات والبحيرات . والنفط معدن يستخرج من آبار عميقة فى الغلاف الصخرى .

الخواص الفيزيائية للمعادن

تشير الخواص الفيزيائية إلى نوعية المعدن وتعتبر أساسًا للتفرقة بين المعادن ومجموعة الخواص الفيزيائية تشمل **خواص ضوئية** مثل لون المعدن وبريقه وشفافيته ومخدشه وقوة إضاءته الذاتية ، وتشمل كذلك **خواص التركيب البنائى لجزيئات المعدن** مثل نوعية تبلره ومكسره وكيفية انفصامه وصلادته ووزنه النوعى ، **وخواص حسية** مثل الطعم والرائحة والملمس **وخواص مغناطيسية وإشعاعية وحرارية** .

* أولا : الخواص الفيزيائية الضوئية optical properties :

(١) اللون Colour :

يبدو المعدن أبيض اللون عندما يكون قادرا على عكس جميع أو معظم ألوان الطيف . . ويبدو أحمر اللون عندما يعكس الأشعة الحمراء فقط .

ولكن تتغير ألوان غالبية المعادن باختلاف تركيبها الكيميائى أو وجود نسبة من الشوائب فمعدن المرو (الكوارتز) له لون وردى أو أرجوانى والأبيض (لوجود فقاعات غازية به) والأسود (نتيجة كسر بعض الروابط بين ذرات عناصره) .

ولكن ليس معنى ذلك أن جميع المعادن ألوانها متغيرة حيث أن بعضها له لون ثابت مثل لون الكبريت الأصفر ولون المالاكيت الأخضر .

كما أن بعض المعادن ذات خاصية التلاعب بالألوان حيث يتغير اللون مع حركة العين فالماس يفرق الضوء الساقط عليه إلى اللونين الأحمر والبنفسجى – وكذلك خاصية اللألأة التى تميز معدن الأوبال وخاصية (عين الهر) حيث يتموج بريق المعدن باختلاف اتجاه النظر .

(٢) البريق Luster :

يختلف بريق المعدن حسب مقدار الأشعة الضوئية المنعكسة ، ويظهر بريق المعادن فى عدة صور منها :

البريق **المعدنى** مثل الذهب والفضة . . حيث البريق اللامع .

والبريق **تحت المعدنى** مثل بريق الجرافيت . . حيث البريق الباهت .

والبريق **الزجاجى** مثل الزجاج .

والبريق **الراتنجى** مثل معدن الكبريت .

والبريق **اللؤلؤى** مثل اللؤلؤ .

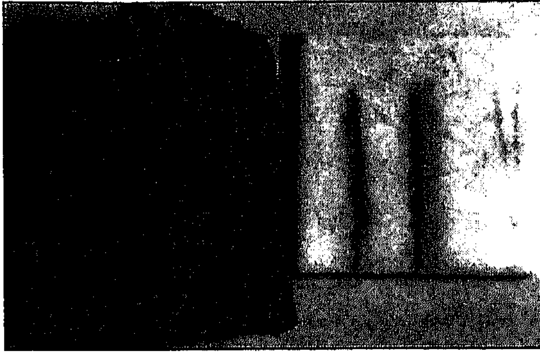
والبريق **الماسى** مثل الماس .

(٣) الشفافية Transparency :

قدرة المعدن على إمرار أو إنفاذ الضوء .

والمعادن ذات الشفافية العالية تسمح للضوء الساقط كله بالنفاذ ويمكن رؤية الأجسام خلالها بوضوح ، والمعادن نصف الشفافة تسمح بمرور قدر متوسط من الضوء ، والمعادن المعتمة لا يمكن رؤية الأجسام من خلالها لعدم سماحها للضوء بالنفاذ .

(٤) المخدش Streak :



هو اللون الذى يظهر به مسحوق المعدن الذى يتخلف عنه عند خدشه بآلة حادة أو حك سطحه ويستخدم فى حك المعدن قطعة من خزف ويتميز لون المخدش أنه ثابت فى المعادن التى يتغير لونها وبذلك فهو إحدى الخواص التى يعتمد عليها فى التعرف على المعادن .

(٥) الإضاءة الذاتية Floriferous :

تتمتع بعض المعادن بالإضاة الذاتية عندنا تتعرض للتسخين الشديد أو الاحتكاك أو الأشعة فوق البنفسجية ، ومن هذه المعادن معدن الكوارتز (المرو) الذى يدخل فى صناعة الزجاج وعند حك قطعتين منه بعضها ببعض نجدها تبث ضوء يرى بسهولة فى حجرة مظلمة .

ثانيا : الخواص الحسية :

(١) الطعم :

يفضل عدم استخدام هذه الخاصية كثيرا عند التفرقة بين المعادن ؛ لأن بعض المعادن سامة وغنية بمركبات الزرنيخ والسيانيد والزئبق ، إلا أن بعض المعادن يميزها الطعم الملحى أو القابض أو المرُّ ، وخاصة المعادن التى تذوب فى الماء .

(٢) الرائحة :

بعض المركبات الفوسفاتية إذا ما سخنت تعطى رائحة تشبه رائحة الثوم ومعدن البيريت عند طرقه يعطى رائحة مسحوق الكبريت والمعادن الطينية تعطى رائحة الطين وهذه الخاصية تميز بعض المعادن عند طرقها أو حكها أو تسخينها .

(٣) الملمس :

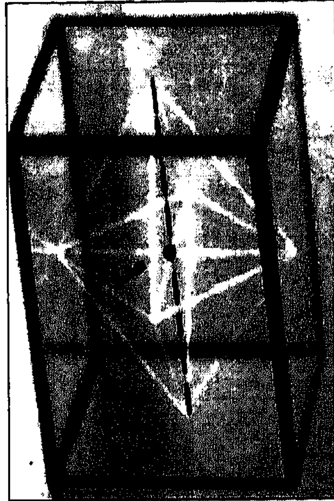
بعض المعادن لها ملمس مميز فيكون شحميًا أو صابونيًا أو غرويًا .

ثالثا : خواص التركيب البنائى للجزيئات :

(١) التبلر Crystal form :

تأخذ كثير من المعادن عند تبلورها فى الطبيعة أشكالا هندسية ، وقد جمع الخالق سبحانه وتعالى الأشكال الهندسية للمعادن فى ستة نظم بللورية فقط ، وهى : المكعبى والرباعى والسداسى والمعينى وأحادى الميل وثلاثى الميل .





(٢) المكسر Fracture :

تساعد كثيرا طبيعة ونوع السطوح المكسورة لبعض المعادن فى التعرف عليها ، وغالبا ما تكون هذه السطوح صدفية الشكل أو مسننة خشنة .

(٣) الانفصام Cleavage :

بعض المعادن له قابلية فى أن تتشقق وتنفصل ، أى تنفصم فى اتجاهات معينة نحو

أسطح مستوية ملساء تسمى الأسطح الانفصامية وتقسم المعادن إلى جيدة الانفصام ورديئة الانفصام وعديمة الانفصام .



• لاحظ الانفصام فى اتجاه واحد
• لاحظ الانفصام فى ثلاثة اتجاهات

(٤) الصلادة Hardness :

هى المقاومة التى يبديها المعدن تجاه الخدش ، وهناك مقياس تدريجى للصلادة من عشر درجات يبدأ بالدرجة الأقل صلادة (١) إلى الدرجة القصوى (١٠) ويسمى هذا المقياس مقياس موه Moh (نسبة إلى العالم الذى حدده) ويتم تحديد الصلادة عن طريق خدش المعدن بمعادن مقياس موه واحدا تلو الآخر ، فإذا خدش المعدن المراد تحديد صلادته معدن فلسبار أورثوكليز ولم يستطع خدش معدن الكوارتز تقدر درجة صلادته $6\frac{1}{2}$.

درجة الصلادة	المعدن	درجة الصلادة	المعدن
١	التلك	٦	فلسبار أورثوكليز
٢	الجبس أو ملح الطعام	٧	الكوارتز
٣	الكلسيت	٨	التوباز
٤	الفلوريت	٩	الكورانسدوم
٥	الأبتيت	١٠	الماس

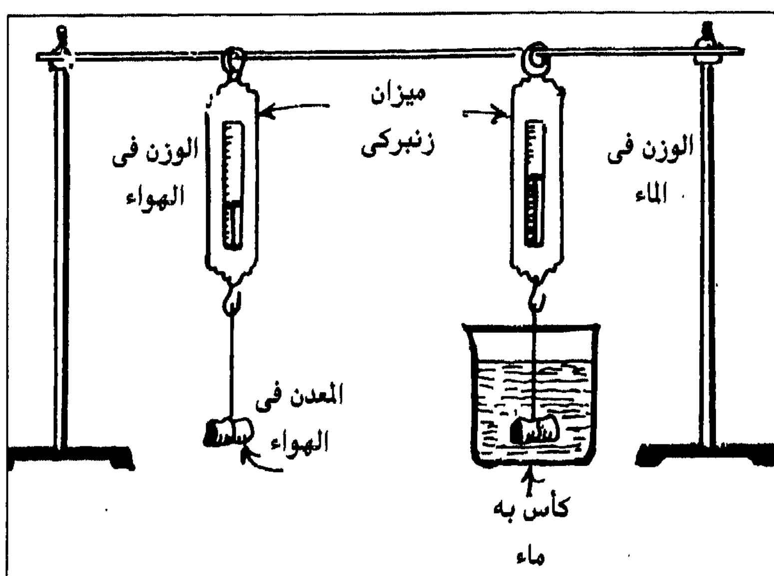
(٥) القابلية للسحب والطرق :

خاصية تعبر عن مدى سهولة وإمكانية تشكيل المعدن بالطرق والسحب إلى رقائق أو أسلاك مثل الذهب والفضة والنحاس أو قابليته للكسر والتفتت .

(٦) الوزن النوعى :

$$\text{الوزن النوعى} = \frac{\text{وزن حجم معين من المعدن فى الهواء}}{\text{وزن نفس الحجم فى الماء فى ٤}^{\circ}\text{م}}$$

ويعطى الوزن النوعى للمعدن خاصية أنه ثقيل أو خفيف أو متوسط .



رابعا : الخواص المغناطيسية والاشعاعية والحرارية :

بعض المعادن لها القدرة على أن تجذب برادة الحديد مثل معدن المجناتيت وبعض المعادن لها خواص إشعاعية كاليورانيوم أو خواص حرارية (قابلية المعدن للانصهار) .

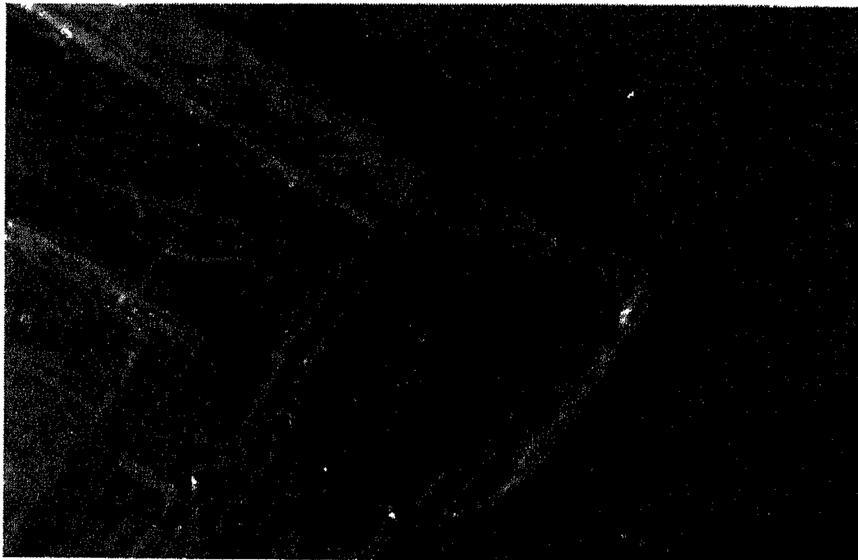


معدن المجناتيت يجذب برادة الحديد

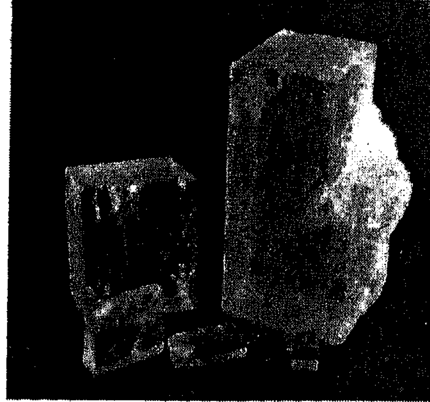
بعض المعادن الشائعة



البيريت ومخدشه

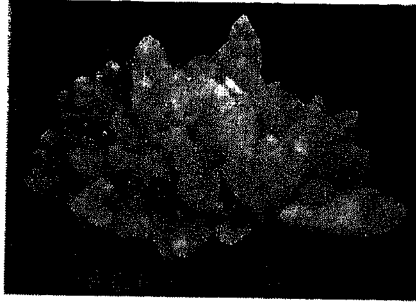


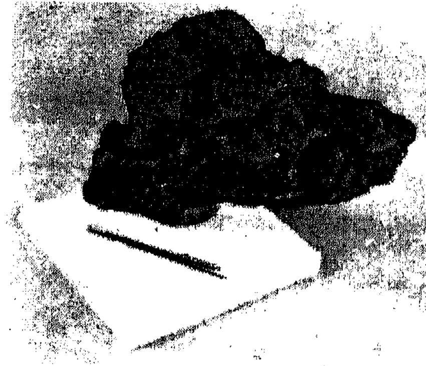
معدن الميكا البيضاء


الهاليت

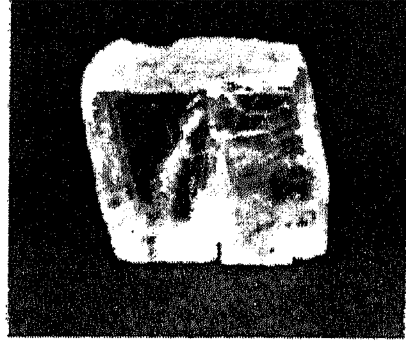

الكوارتز


بيريت النحاس والحديد

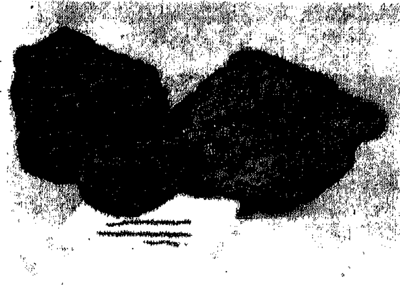

الكوارتز


الليمونيت ومخدشه


الجبس


كالسيت


الجالينا


الهيماتيت ومخدشه


أورثوكليز

أمثلة لبعض المعادن الاقتصادية

(١) الذهب gold (Au) :

معدن عنصرى فلزى يتجمع فى عروق المرو (الكوارتز) على هيئة صفائح أو قشور ومن خواصه أن وزنه النوعى عالٍ (١٩,٣ للذهب النقى) وصلادته منخفضة وقابل للسحب والطرق وموصل جيد للحرارة والكهرباء ويوجد فى الطبيعة مختلط بعناصر أخرى مثل الفضة .

– تنتج أفريقيا ٦٠٪ من إنتاج العالم من الذهب أغلبه من جنوب أفريقيا وغانا وبوركينا فاسو .

– يوجد فى مصر فى عروق المرو وصخور الصحراء الشرقية .

(٢) الماس Diamond (C) :

معدن عنصرى لا فلزى يتركب من الكربون ويتواجد فى صخور فى باطن الأرض تبلورت تحت درجات عالية من الحرارة والضغط ويتميز بدرجة الصلادة العالية (أعلى درجة صلادة) وبريقه الماسى الذى يكتسبه بعد قطع بللوراته وصقلها ويستخدم كأحد الأحجار الكريمة للزينة ويستخدم فى الصناعة فى قطع المعادن الصلبة .

– تنتج أفريقيا أغلب إنتاج الماس فى العالم (٩٠ ٪ من الماس ينتج من جنوب أفريقيا وغانا وغينيا وتنزانيا)

(٣) الجالينا Galina (Pbs) :

معدن مركب من كبريتيد الرصاص له وزن نوعى عالٍ وصلادته منخفضة ، واستخدمه القدماء للزينة بعد طحنه (كحل العين) ويمثلُ الخام الأساسى لفلز الرصاص وغالبا ما يتواجد مع خام الزنك .

(٤) الكالسيت Calcite ($CaCO_3$) :

معدن مركب من كربونات الكالسيوم يكون صخور الحجر الجيرى والرخام ودرجة صلادته منخفضة ويذوب فى الماء الحامضى وتستخدمه الأحياء البحرية الحيوانية فى بناء هياكلها .

الفصل الرابع

الصخور

* الصخور النارية .
* الصخور الرسوبية
* الصخور المتحولة .
* دورة الصخور





الفصل الرابع : الصخور Rocks

المكون الرئيسى لمادة الأرض هى الصخور بأنواعها المختلفة والصخور ، عبارة عن مخاليط من مجموعة متنوعة من المعادن وقد تكون من معدن واحدة كالجبس والرخام أو أكثر من معدن كالجرانيت ، وبالرغم من تنوع صخور كوكب الأرض واختلافها فى الخواص الفيزيائية والكيميائية فقد تمكن العلماء من تقسيم الصخور إلى ثلاثة أنواع رئيسية هى :

١ – الصخور النارية .

٢ – الصور الرسوبية .

٣ – الصخور المتحولة .

* الصخور النارية Igneous rocks :

يرجع أصل الصخور النارية إلى المادة المنصهرة التى تخرج من باطن الأرض أثناء ثوران البراكين والتى تعرف باسم الصهير وهو سائل صخرى يتكون فى باطن الأرض ويتألف من عناصر كيميائية مختلفة منها الأكسجين والسليكون والألومنيوم والحديد والكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم . وتعتبر الصخور النارية من أكثر أنواع الصخور انتشارا بالقشرة الأرضية حيث تشكل أكثر من ٨٥٪ من حجم صخور الأرض فصخر الجرانيت مثلا هو المكون الرئيسى لطبقة السيال وصخر البازلت هو الصخر البانى لطبقة السيما .

أما عن كيفية تكون الصخور النارية ونشأتها فى الطبيعة فإنه نتيجة اندفاع الصهير الملتهب من جوف الأرض إلى سطح الأرض خلال الشقوق والتصدعات التى توجد بالقشرة الأرضية .

وهذا الصهير تتعرض مكوناته لظروف جديدة من الضغط ودرجة الحرارة تختلف عن تلك التى كان عليها الصهير قبل اندفاعه صوب سطح الأرض وهذه الظروف الجديدة

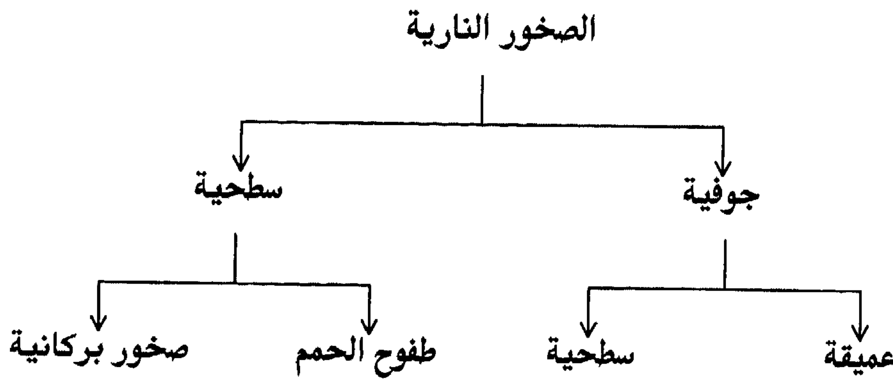
تعمل على اتحاد بعض من العناصر الموجودة بالصهير مع البعض الآخر لتشكل فيما بينها مجموعة كبيرة من المعادن تكون بدورها بعد تماسكها وتصلبها الصخور النارية بأنواعها المختلفة .

ويختلف نوع الصخر النارى باختلاف موقع برودة الصهير فإذا برد الصهير وتصلبت معادنه فى جوف الأرض أى بعيدا عن سطح الأرض تتكون **الصخور النارية الجوفية** ، أما إذا حدث وبرد الصهير وتماسكت معادنه وتصلبت على سطح الأرض فإنه ينشأ عنها نوع آخر هو **الصخور النارية السطحية** .

والصخور النارية الجوفية تقسم وفقا لعمق المكان الذى تتكون عنده ، فهى **صخور جوفية عميقة** تتكون نتيجة تجمد الصهير فى جوف الأرض بعيدا عن السطح أو **صخور جوفية سطحية** وتتكون فى الأعماق القريبة من سطح الأرض .

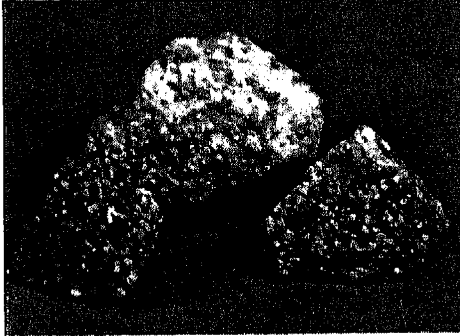
والصخور النارية السطحية تقسم وفقا للطريقة التى تنبثق بها صوب سطح الأرض إلى **طفوح الحمم** وهى التى تندفع بهدوء خلال الشقوق وتسيل على سطح الأرض ببطء .

وصخور بركانية وهى التى ينبثق مصهورها بشدة من باطن الأرض خلال الشقوق محدثة أصواتا مدوية وانفجارات هائلة ثم يتصلب على سطح الأرض وتشكل بعد تراكم بعضها فوق بعض ما يعرف بأجسام البراكين .



* التركيب المعدنى للصخور النارية :

تتألف الصخور النارية من مجموعتين من المعادن أهم عناصرها السليكون والماغنسيوم والحديد . والمجموعة الأولى من هذه المعادن تكون أكثر من ٩٥ ٪ من مجموع المعادن الكلية المكونة للصخور النارية وهى التى تحدد نوع الصخور وخواصها وتسمى مجموعة المعادن الأساسية . . أما المجموعة الثانية من معادن الصخور النارية والتى تشكل ٥٪ من مادة الصخر وتعرف بمجموعة المعادن الإضافية أو الثانوية مثل معادن الأباتيت والهيماتيت والبايريت .

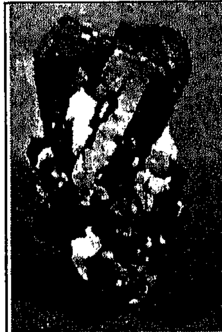


معدن الأوليفين
ذو اللون الأخضر الزيتونى

ومن أهم معادن مجموعة المعادن الأساسية الكوارتز والفلسبار والميكا البيضا وتعرف **بالمعادن فاتحة اللون** وتحتوى نسبة عالية من عنصر السيلكون تتراوح بين ٨٥ ٪ ، ٦٥ ٪ مع نسبة قليلة من العناصر القاتمة اللون مثل الحديد والمغنسيوم ، أما **المعادن قاتمة اللون** مثل الأوليفين والأمفيبول والبيركسين تحتوى نسبة عالية من عنصرى الحديد والماغنسيوم بين ٦٠ ٪ ، ٨٠ ٪ مع نسبة قليلة من السليكون .



معدن الأمفيبول



معدن البيروكسين

وأهم خصائص الصخور النارية :

١ – لون الصخر .　　　　　　٢ – نسيج الصخر .

* لون الصخر

الصخور الفاتحة اللون تتكون من المعادن الأساسية مثل الكوارتز والفلسبار والميكا البيضا والتى تزيد فيها نسبة السليكا على نسبة الحديد والمغنسيوم . والصخور القاتمة اللون تفوق فيها نسبة عنصرى الحديد والمغنسيوم على نسبة السليكون .

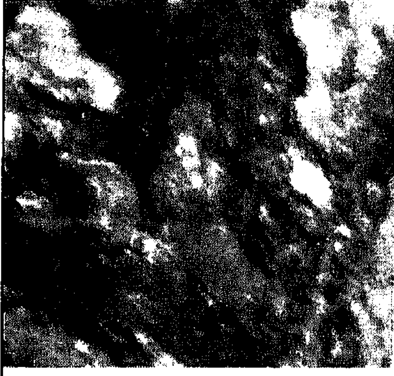
وخاصية اللون لا تقتصر أهميتها على تحديد نوعية المعادن الأساسية التى يتألف منها الصخر النارى بل إنه يمكن عن طريقها تحديد نوعية وخواص ومكونات الصهير الذى نشأ عنه الصخر ، فالصخور النارية التى تحتوى الكوارتز والفلسبار والميكا ترجع إلى الصهير الحامض (يحتوى نسبة عالية من عنصر السليكون) وهى فاتحة اللون . أما الصخور النارية التى تتألف من المعادن القاتمة فترجع إلى الصهير القاعدى (يحتوى نسبة عالية من الحديد والماغنسيوم) أما الصخور النارية التى تتميز بلون وسط بين الفاتح والقاتم فيرجع مصدرها إلى الصهير المتوسط الحامضية والذى تتساوى فيه نسب كل من عناصر السليكون والحديد والماغنسيوم .

وعلى أساس ما تقدم يمكن تقسيم الصخور النارية إلى صخور حامضية وصخور قاعدية وصخور متوسطة الحامضية . **والصخور الحامضية** مصدرها الصهير الحامضى لونها فاتح تحتوى نسبة عالية من السليكون مثل صخر الجرانيت . **والصخور القاعدية** مصدرها الصهير القاعدى ولونها قاتم وتحتوى نسبة عالية من الحديد والمغنسيوم مثل البازلت ، **والصخور متوسطة الحامضية** تتراوح نسبة السليكا بها بين ٥٥ ٪ إلى ٦٥ ٪ ومن بين أنواع هذه الصخور صخر الدايوريت .

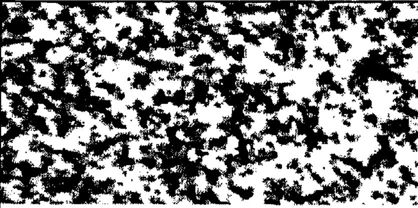
* النسيج

من أهم خصائص الصخور النارية ، وتعبر هذه الخاصية عن درجة تبلر الصخر وشكل بلوراته وعلاقة بعضها بالبعض الآخر . وتدل صفات النسيج على طبيعة المكان الذى تجمد فيه الصهير من حيث العمق على سطح الأرض وسرعة التبريد ، فالصخور

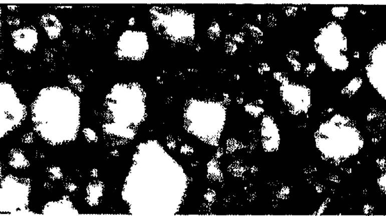
النارية الجوفية العميقة تظهر عادة بنسيج خشن الحبيبات تتميز فيه معادن الصخر المختلفة بأحجامها الكبيرة المتساوية والتى يمكن رؤيتها بسهولة بالعين المجردة أو بعدسة يد ، وكبر حجم البللورات فى هذا النوع من الصخور يرجع أساسا إلى التبريد البطئ الذى أتاح الفرصة لبللورات الصخر أن تنمو وتكبر .


نسيج خشن

أما الصخور الجوفية السطحية فتتميز بالنسيج الدقيق وهو الذى تظهر فيه غالبية معادن الصخر بأحجام صغيرة متساوية بحيث لا يمكن رؤيتها إلا بالمجهر .


نسيج دقيق

وهناك نوع ثالث من النسيج يعرف بالنسيج البورفيرى والذى تتكون فيه بلورات المعادن بأحجام مختلفة منها الكبير ومنها الصغير يمكن رؤيتها بالعين المجردة أو دقيق لا يمكن تمييزه إلا بالمجهر وهذا النسيج يرجع تكونه إلى أن الصهير قد يبدأ فى تصلبه عميقا داخل الأرض ثم يرتفع قريبا من السطح ليبرد بسرعة .


النسيج البورفيرى

وبذلك يكون معدل التبريد فى الحالتين متفاوتا ومن ثم تظهر درجة التبلر فى ثلاثة صور (كبير – صغير – دقيق) أما الصخور السطحية وهى التى تتصلب مصهوراتها فوق سطح الأرض حيث معدلات التبريد الفجائية والسريعة الأمر الذى لا يعطى أى فرصة لبلورات هذه الصخور من أن تكبر وتنمو فهى تظهر بنسيج زجاجى يشبه إلى حد كبير الزجاج عند تصلبه من مصهوره .


نسيج زجاجى

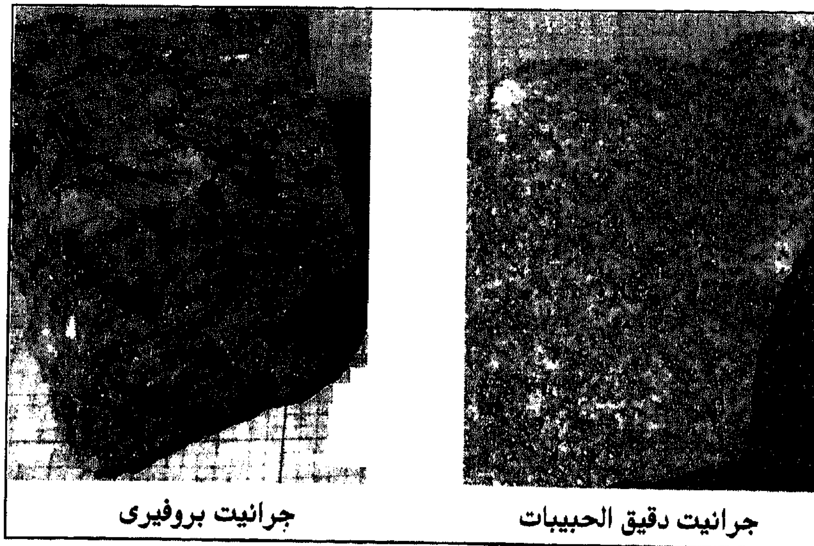
العلاقة بين أنواع الصخور النارية وصهيرها

	نوع الصهير		حامضى	متوسط	قاعدى
الصهير	نسبة السيليكا		٧٥٪ — ٦٥٪	٦٥٪ — ٥٥٪	٥٥٪ — ٤٥٪
	نسبة العناصر الأساسية	السيليكون	٨٥٪ — ٦٥٪ .	٥٠٪	٤٠٪ — ٢٠٪
		الحديد الماغنسيوم	١٥٪ — ٣٥٪	٥٠٪	٦٠٪ — ٨٠٪
	النشأة	النسيج	فاتحة اللون	متوسطة اللون	قاتمة اللون
الصخور	جوفية عميق	خشن	جرانيت	دايوريت	جابرو
	جوفية متوسط	بورفيرى	جرانيت بورفيرى	دايوريت بورقيرى	جابرو
	جوفية سطحى	دقيق	دايوريت	انديزيت	بازلت
	سطحية	زجاجى	بوميس (الحجر الخفاف)	انديزيت زجاجى	أوبسيديان

* أهم أنواع الصخور النارية :

(١) الجرانيت :

صخر فاتح اللون نسيجه إما خشن الحبيبات أو دقيق أو بورفيرى ويتركب أساسا من معدنى الكوارتز والأورثوكليز والميكا وبعض المعادن الإضافية .



جرانيت دقيق الحبيبات — جرانيت بروفيرى

(٢) الدايوريت :

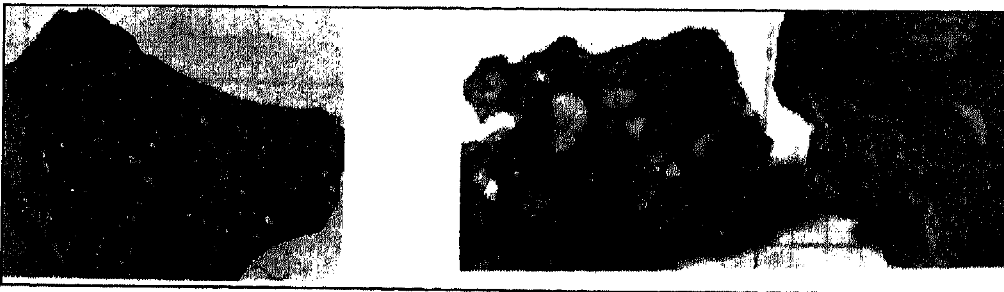

الدايوريت

صخر جوفى سطحى متوسط الحامضيـة لـه نسـيج منتظـم يتـألف مـن معـادن البلاجيوكليز والميكا السوداء وبعض معـادن الحديـد والماغنسـيوم ؟ ولـذا نجـده عـادة رماديا أو قاتم اللون .

(٣) البازلت :

أول الصخور النارية التى عرفها الإنسان واستخدمها فى صناعاتـه وأدواتـه البدائيـة ، وهو صخر قاعدى أسود نسيجه إما زجاجى فى حالة تصلبه علـى سطح الأرض ، أو دقيق الحبيبات إذا ما تصلب فى الأعماق ، وكثيرا ما يحتوى الصخر ثقوب وفجوات ترجع إلى الغازات والأبخرة المنطلقة والتى كانت محبوسـة فـى الصـهير قبـل تصلبـه وغالبا ما تمتلئ هذه الثقوب برواسب معدنية .

ويعتبر البازلت مـن أكـثر الصخـور الناريـة انتشـارا بـين صخـور القشـرة الأرضيـة وخاصة تحت أحواض البحار والمحيطـات . ويسـتخدم البـازلت بصفـة أساسـية فـى أعمال الرصف والبناء .



* الصخور الرسوبية Sedimentary rocks :

يرجع أصل الصخور الرسوبية إلى فتات الصخور والمعادن المختلفة التى تنتج عن تآكل وكسر الصخور المكونة للقشرة الأرضية سواء كانت صخورًا نارية أو متحولة أو رسوبية تكونت فى أزمنة سابقة ، ويرجع تكون الصخور الرسوبية أيضا إلى الترسيب المستمر للمواد التى قد تكون ذائبة فى الماء وذلك بسبب البخر أو نتيجة تفاعلات كيميائية ، وكذلك الترسيب المستمر لهياكل وأجسام الكائنات الحية بعد موتها سواء كانت هذه الكائنات حيوانية أو نباتية . وتقسم الصخور الرسوبية وفقا للمصدر الذى تكونت عنه إلى :

- صخور رسوبية فتاتية .
- صخر رسوبية كيميائية .
- صخور رسوبية عضوية .

* الصخور الرسوبية الفتاتية :

تكونت نتيجة عوامل ميكانيكية بتأثير الرياح والمياه والأمطار والأنهار الجليدية سواء منفردة أو مجتمعة والتى نتج عنها تفتيت وتكسير الصخور التى تشكل سطح القشرة الأرضية وفى نقل هذا الفتات وترسيبه فى مناطق منخفضة تسمى أحواض الترسيب حيث تتراكم بعضها فوق بعض ثم تتحجر وتتصلب مكونة صخورا رسوبية فتاتية ، ويحدث هذا التحجر إما نتيجة أن التراكم المستمر يمثل عامل ضغط يسبب تداخل الفتات بعضا ببعض أو نتيجة مواد لاصقة تتخلل الفتات الصخرى مثل أملاح الحديد والسيليكا وكربونات الكالسيوم والطين التى تسبب التحام الفتات وترابطه .

وتقسم الصخور الفتاتية إلى عدة أنواع حسب حجم حبيباتها ، وتعرف الحبيبات الصخرية وفقا لأحجامها على النحو التالى :

الحبيبات الصخرية	قطر الحبيبة
الجلاميد	أكبر من ٢٥٦ مم
الحصى والزلط	أكبر من ٢ مم
الرمل	أكبر من $\frac{١}{١٦}$ مم
الغرين	أكبر من $\frac{١}{٢٥٦}$ مم
الطين	أصغر من $\frac{١}{٢٥٦}$ مم

ومن أهم المعادن المكونة للصخور الرسوبية الفتاتية الكوارتز والميكا وبعض معادن الحديد .

*** الصخور الرسوبية الكيميائية :**

عندما تتعرض المحاليل المائية لعمليات البخر والترسيب ، فغالبا ما يحدث الترسيب لما تحمله من أملاح كربونات الكالسيوم والمغنسيوم والسيليكا مع بعض الأملاح الأخرى .

*** الصخور الرسوبية العضوية :**

هى الصخور التى تتكون نتيجة تراكم الرواسب العضوية سواء كانت حيوانية (بقايا هياكل الحيوانات) أو نباتية بعضها فوق بعض فى أحواض الترسيب ثم ما تلبث أن تتماسك وتتحجر – والصخور الرسوبية العضوية المعروفة تقسم إلى صخور كلسية وسيليكية وصخور فوسفورية وصخور بركانية وذلك حسب تركيبها الكيميائى .

(أ) الصخور الكلسية والسيليكية تتكون من بقايا الكائنات الحية الحيوانية ويغلب على تركيبها كربونات الكالسيوم .

(ب) الصخور الفوسفورية تتكون من الفوسفات الذى ينتج عن تحلل عظام الكائنات الحية الحيوانية .

(جـ) الصخور الكربونية تتكون من عنصر الكربون الناتج من تحلل النباتات القديمة .

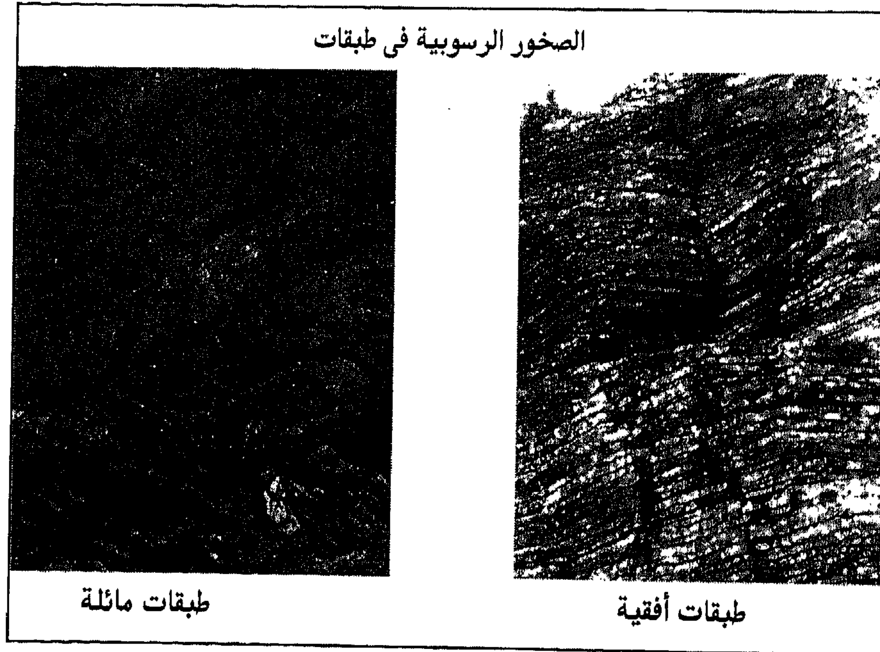


صخر رسوبى عضوى

والصخور الرسوبية بأنواعها ذات خصائص كثيرة تميزها منها :

١ – توجد فى الطبيعة على هيئة طبقات يمكن مشاهدتها بسهولة ، وتختلف الطبقات فى السمك واللون وتكون الطبقات أفقية وعند تأثرها بالعوامل الفيزيائية التى تعمل على القشرة الأرضية يصبح بعض منها مائلاً .

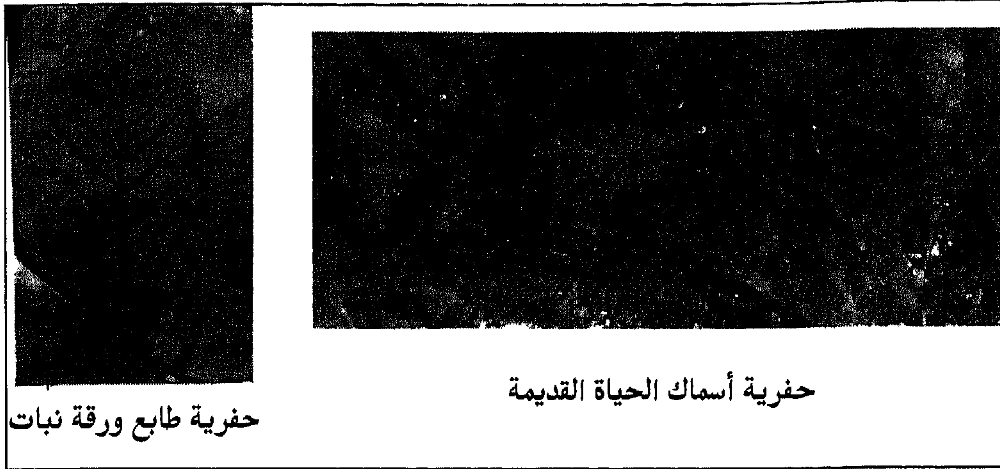
الصخور الرسوبية فى طبقات



طبقات أفقية

طبقات مائلة

٢ – أغلب الصخور الرسوبية تحتوى على بقايا عضوية حيوانية أو نباتية متحجرة تعرف بالحفريات ، وهذه قد تكون كبيرة الحجم يمكن مشاهدتها فى الصخر بالعين المجردة وقد تكون دقيقة لا يمكن رؤيتها إلا بالمجهر ، ويستعين الجيولوجيون بهذه الحفريات لمعرفة البيئة القديمة والعمر الجيولوجى .



حفرية أسماك الحياة القديمة

حفرية طابع ورقة نبات

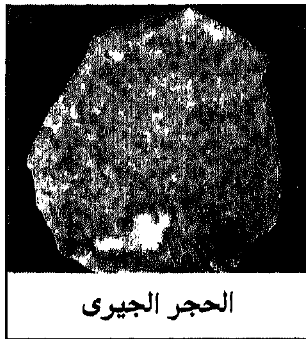
* أمثلة للصخور الرسوبية :

١ – **الحجر الرملى** : من الصخور الفتاتية ، ويتركب أساسا من معدن الكوارتز وبعض معادن الحديد ، وينتشر فى مناطق متفرقة من العالم وله أهمية كبرى فى عالم الصناعة حيث يدخل فى صناعة الأسمنت والزجاج وأعمال البناء .

٢ – **الحجر الجيرى** : صخر كيميائى أو عضوى الأصل يتركب من كربونات الكالسيوم ويتم التعرف عليه بتفاعله مع الأحماض الضعيفة ، وتنتشر صخور الحجر الجيرى فى أماكن مختلفة من العالم ويدخل فى أعمال البناء .



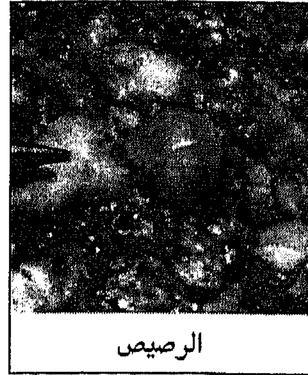
الحجر الرملى

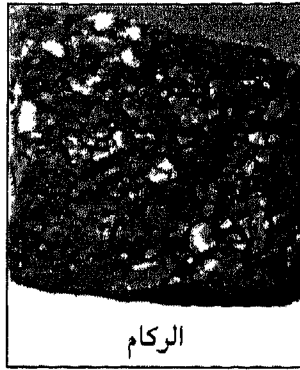


الحجر الجيرى

(٣) الصخور الفوسفاتية : صخور عضوية النشأة غنية بفوسفات الكالسيوم تميل إلى اللون الأصفر أو الرمادى وتستعمل فى صناعة الأسمدة وغيرها من الصناعات الكيميائية الهامة .

(٤) صخر الرصيص وصخر الركام المسنن : من الصخور الفتاتية التى تتركب من الحصى والزلط بأحجام مختلفة ويتميز صخر الرصيص بحبيبات صخرية مستديرة بينما صخر الركام المسنن حبيباته حادة الجوانب وذات حواف مسننة .


الرصيص


الركام

والصخور الرسوبية ذات أهمية اقتصادية كبيرة إذ تتواجد بها خامات النفط والغاز الطبيعى والمياه الجوفية والمعادن الأخرى كما أنها تستخدم فى صناعة مواد البناء بمختلف أنواعها كالأسمنت والبلاط ومواد رصف الطرق وفى صناعة المواد الفخارية وغيرها . ولا تقتصر أهمية الصخور الرسوبية على قيمتها الاقتصادية فحسب بل إنها ذات أهمية علمية إذ أنها تمكن الجيولوجيون من التعرف على الأحداث الجيولوجية .

* الصخور المتحولة Metamorphic Rocks :

الصخور المتحولة هى صخور ذات أصل نارى أو رسوبى وتعرضت فى باطن الأرض إلى درجة حرارة عالية وضغط كبير وتحولت وهى على حالتها الصلبة إلى صخور تتميز عادة بخواص تختلف عن خواص الصخر الأم فهى عادة أشد صلادة وأكثر تبلرا ، وتتوقف درجة صلادة الصخر وتبلره على العوامل الفيزيائية التى تتعرض لها الصخور أثناء عملية التحول .

وإذا كانت عملية التحول تعتمد على **التحول الحرارى** حيث يغلب تأثير الحرارة على تأثير الضغط تكون للصخر صفات وخصائص تختلف عن تلك التى تعتمد على **التحول الديناميكى** ، حيث يغلب تأثير الضغط على تأثير الحرارة ، وقد تتعرض الصخور لعملية **تحول حرارى ديناميكى** حيث يتساوى تأثير كل من الضغط ودرجة الحرارة . وهذا النوع من التحول الصخرى إذا شمل مناطق شاسعة المساحة بالقشرة الأرضية فإنه يصبح معروفا باسم **التحول الاقليمى** ويصبح للصخور المتحولة إقليميا خواص ونسيج يميزها عن غيرها من أنواع الصخور المتحولة الأخرى . وتعتبر عملية التحول الصخرى عملية تحول صخر وهو فى حالته الصلبة إلى صخر من نوع آخر إما بتأثير الحرارة أو الضغط أو كليهما معًا .

وعلى أساس ذلك تقسم الصخور المتحولة إلى :

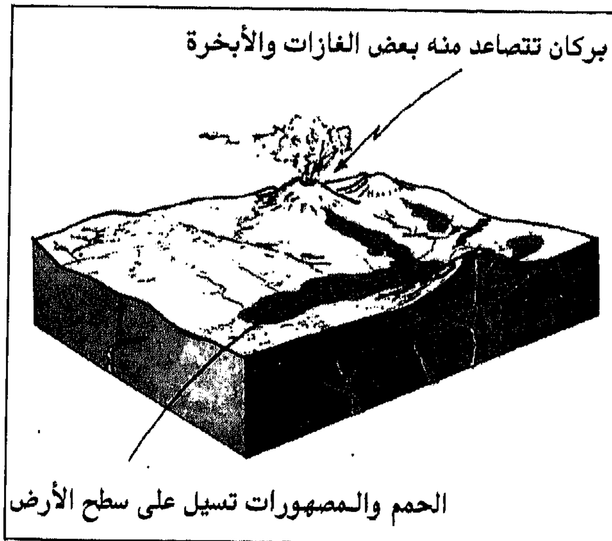
١ – صخور متحولة حراريا .

٢ – صخور متحولة ديناميكيا .

٣ – صخور متحولة حراريا وديناميكيا .

* الصخور المتحولة حراريا :

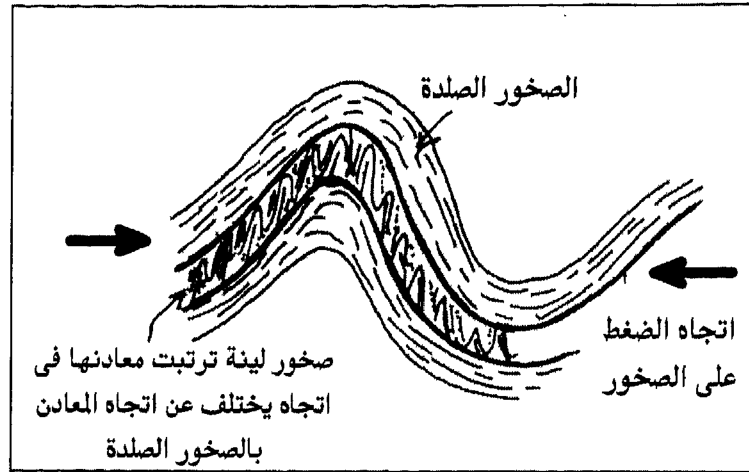
صخور تتحول بالتأثير الحرارى دون أن يكون للضغط تأثير فعال عليها ، ومثل تلك الصخور التى تتكون على جانبى الشقوق والتصدعات لصخور القشرة الأرضية عندما يخترقها الصهير الملتهب أثناء ثوران البراكين تتميز بتكون معادن جديدة (معادن متحولة) ويتميز الصخر بنسيج جديد نتيجة



إعادة تبلر معادنه الأصلية ومن هذه الصخور الرخام (يتحول من الحجر الجيرى) والكوارتزيت (يتحول من الحجر الرملى) .

* الصخور المتحولة ديناميكيا :

تنشأ نتيجة عمليات التحول التى يكون تأثير الضغط فيها فعالاً ومن خصائص هذه الصخور ترتيب المعادن المكونة للصخر فى شكل خاص ومنها صخر الأردواز (متحول من الصخور الطينية) .



* الصخور المتحولة حراريا وديناميكيا :

تنشأ نتيجة التأثير المتساوى لكل من درجة الحرارة والضغط ، وتتميز هذه الصخور بنسيج جديد مميز عن غيره من الأنواع الأخرى ويسمى **بالنسيج الورقى أو الصفائحى** .


نسيج ورقى (صفائحى)

ولذا كثيرا ما تصنف الصخور المتحولة إلى صخور ورقية أو صفائحية مثل الشيست والنيس ، وصخور عديمة التورق أو عديمة الصفائحية مثل الرخام والكوارتزيت .

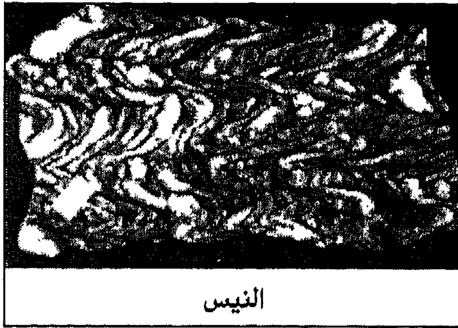
* أمثلة للصخور المتحولة :

(١) الشيست :


الشيست

يتألف من معدني الميكا والكوارتز وبعض المعادن الإضافية مثل التلك وجميعها تترتب أثناء عمليات التحول بنظام واحد يتسبب عنه تكون النسيج الصفائحي .

(٢) النيس :


النيس

صخر نسيجه يشبه إلى حد كبير نسيج الشيست مع اختلاف واضح في المساحة التي تترتب فيها معادن الصخر وتشغل معادن النيس مساحة أكثر اتساعًا عن الشيست .

(٣) الرخام :


الرخام

صخر متحول من الحجر الجيري بعد تعرضه لدرجات حرارة عالية ولونه أبيض في حالته النقية وتكسبه الشوائب ألوانًا مختلفة جذابة .

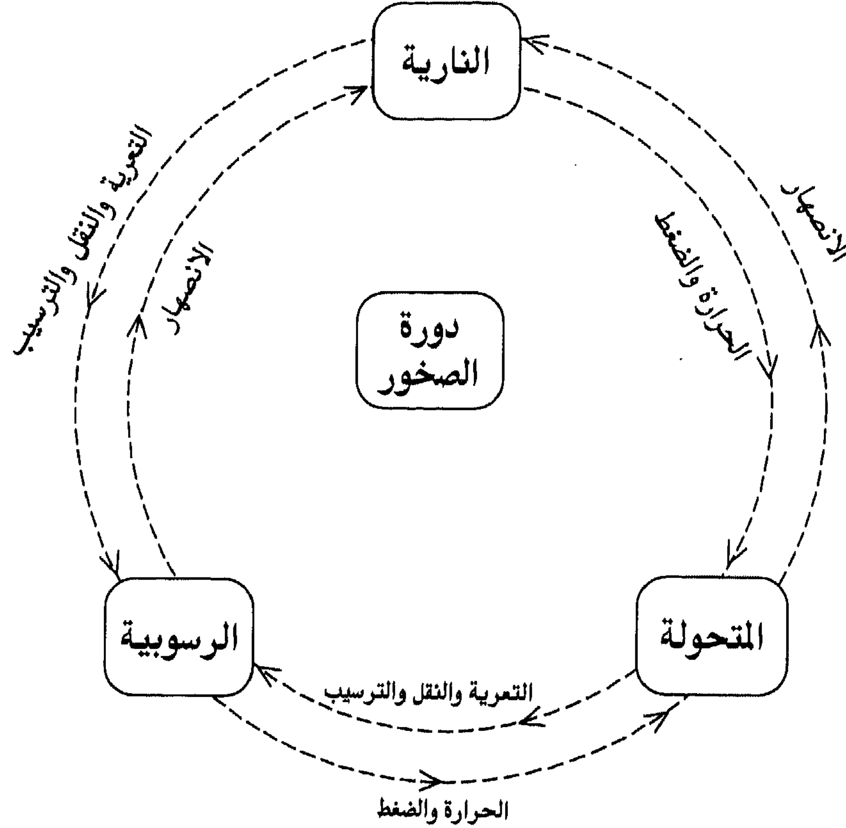
(٤) الكوارتزيت :


الكوارتزيت

يتركب من معدن الكوارتز وينشأ عن صخور رملية غنية بالسيليكا – والصخر شديد الصلادة نظرا لالتحام بللوراته وتماسكها أثناء عمليات التحول .

* دورة الصخور The rock cycle :

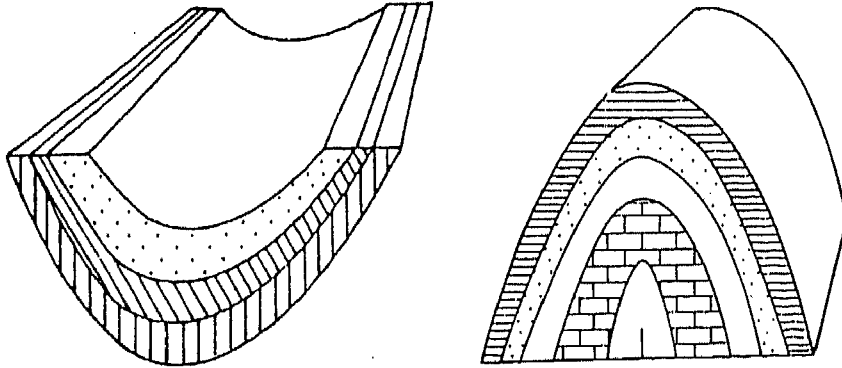
أول من ربط بين أنواع الصخور الثلاثة المعروفة فى دورة واحدة هو العالم الإسكتلندى جيمس هاتون وسمى العلاقة بين أنواع الصخور **بدورة الصخور** وتبدأ الدورة بالصخور النارية ، وهى أول صخور تكونت على سطح الأرض والتى تعرضت للتفتيت بتأثير عوامل الجو من أمطار ورياح وتحولت إلى فتات ينجرف وينقل إلى أحواض الترسيب فى المناطق المختلفة ويترسب فى صورة طبقات أفقية تزداد سمكا مع مرور الوقت وتكون الصخور الرسوبية التى تعرض بعض منها إلى الهبوط إلى أعماق كبيرة فى باطن الأرض وتأثر بدرجة الحرارة المرتفعة والضغط العالى مما أدى إلى تغير نوعية ما تحمله من معادن وتغير نسيج الصخر مكونا صخرا متحولا ، وعندما تتعرض الصخور المتحولة إلى تأثيرات حرارية عالية وضغط مرتفع يصل بها إلى درجة انصهار مكوناتها فإن الصهير بدوره عندما تنخفض درجة الحرارة يتصلب ويتبلر مكونا صخورا نارية جوفية أو يندفع نحو السطح مكونا صخورا نارية بركانية ثم تبدأ دورة جديدة .



الفصل الخامس

التراكيب الجيولوجية للصخور

* الثنيات .	* الفوالق .
* الفواصل .	* السدود القاطعة .
* القباب .	* الباثوليت والستوك .
* الطفح البركانى .	* أعناق البراكين والمواد المفتتة .

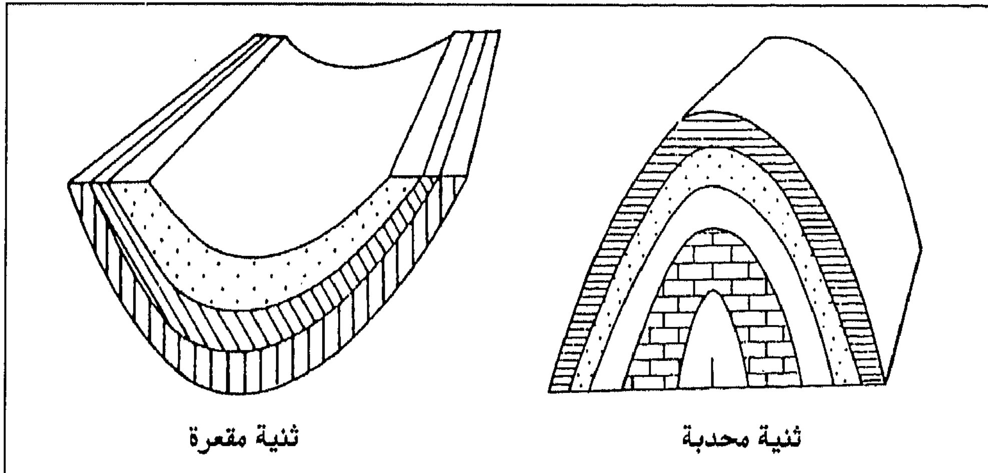


الفصل الخامس : التراكيب الجيولوجية للصخور
Geolgic structures of rocks

تتميز الصخور الرسوبية بأنها تتواجد فى طبقات تختلف فى السمك واللون حسب التركيب المعدنى وحجم الحبيبات والمسامية ونوع المادة اللاحمة ، والطبقات الرسوبية إما أفقية أو مائلة ، ويحدد الميل الزاوية التى تنشأ من تقاطع خط ميل الطبقة مع المستوى الأفقى . وتتابع الطبقات الرسوبية يفيد الدراسات الجيولوجية فى تحديد عمر الصخر عن طريق معرفة معدل الترسيب لنوعية الصخر كما أن أقدم الطبقات الرسوبية تكون فى قاعدة التتابع الطبقى وأحدث الطبقات أعلاها وذلك ما لم تحدث أى حركات أرضية تؤدى إلى تراكيب جيولوجية مثل الثنيات والفوالق والفواصل وتحدث بعض هذه التراكيب الجيولوجية مثل الفواصل والسدود والقباب والطفوح للصخور النارية والصخور المتحولة .

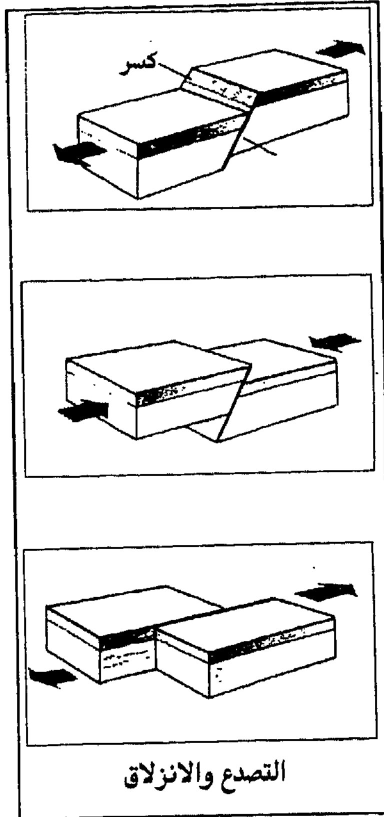
(١) الثنيات Folds :

من التراكيب الهامة فى الصخور الرسوبية ، وترجع أهميتها فى تحديد تواجد زيت البترول والمياه الجوفية والخامات المعدنية ، وقد تكون الثنية محدبة أو مقعرة ، وتتميز الثنية المحدبة بأن الطبقات منحنية إلى أعلى وأقدم الطبقات فى مركز الثنية ، أما الثنية المقعرة فالطبقات تنحنى إلى أسفل وأحدث الطبقات فى المركز .

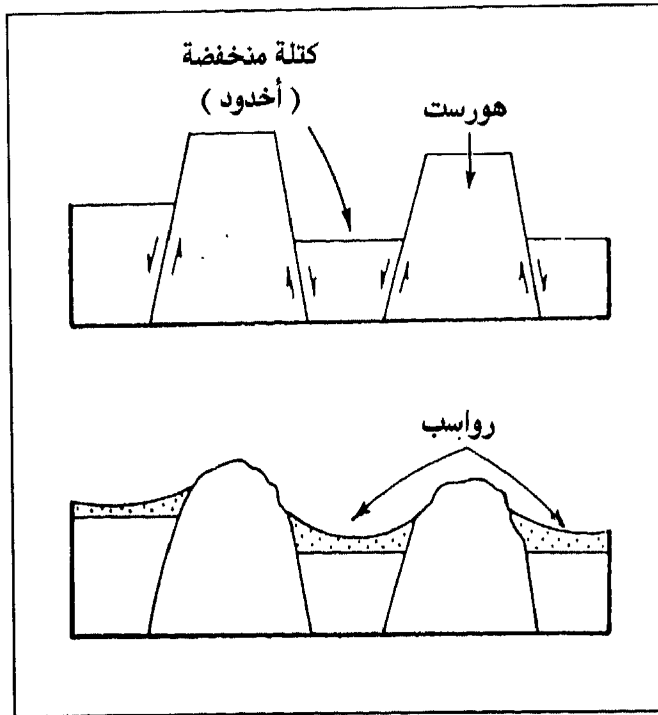


* الفوالق Faults :

تنشأ عن كسر فـى كتـل صخريـة مـع انتقـال يسبب اختلاف منسوب الطبقات الصخرية على جانبى الفالق ، وقـد يكـون الفـالق عاديـا حيـث يميـل سـطح الفـالق ، فـى اتجـاه كتلـة الصخـر الهابطة ، وقد يكون الفالق معكوسا وفيـه يميـل الفـالق عكـس اتجـاه الجـزء الهـابط ، قـد تكـون الفوالـق أفقيـة أى الزحزحـة أفقيـة وينشـأ عـن الفوالق أشكال وتراكيب جيولوجية مثل رفع كتل أرضية مكونة بروزا فوق سطح الأرض (الهورست) أو كتل منخفضة عما يحيط بها (الأخدود) .



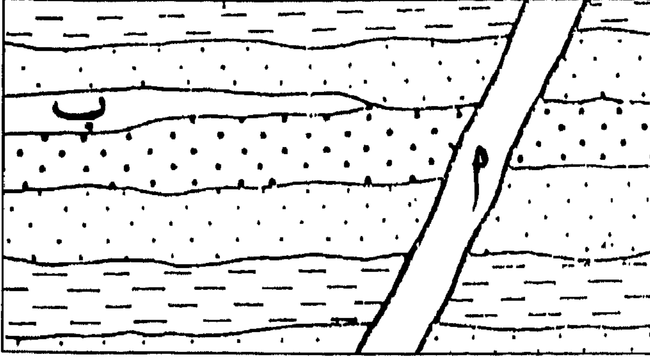
التصدع والانزلاق



* الفواصل Joints :

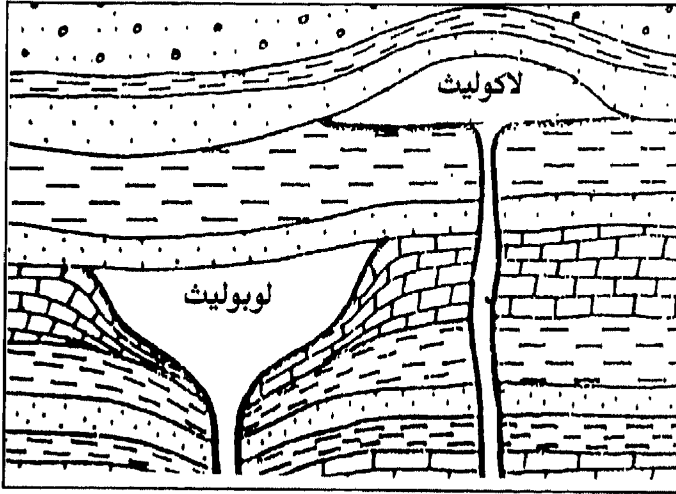
كسور فى أنواع الصخور المختلفة بدون إزاحة وظهور فاصل بين الكتل الصخرية .

* السدود القاطعة Dykes :



نتيجة صعود المجما فى شق رأسى وتبرد وتتصلد وتكون سدا قاطعًا رأسيًا (أ) أما إذا سلكت المجما شقا أفقيا فتكون سدًا موازيًا (ب) .

* القباب Laccoplith :



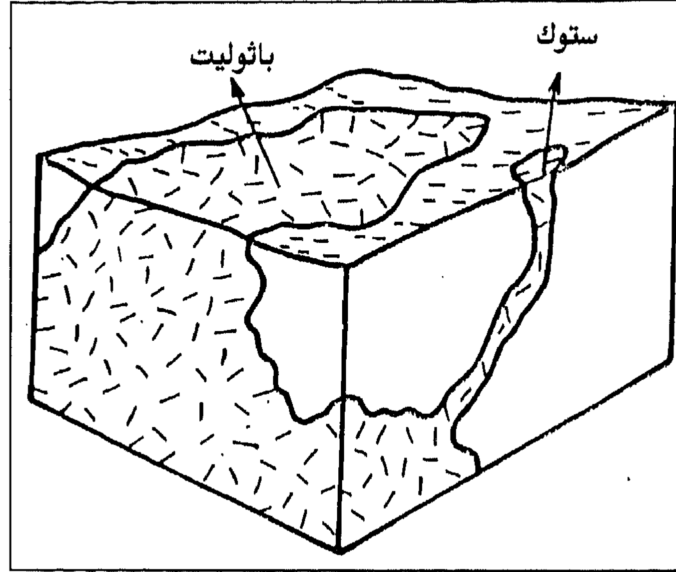
تجمع المجما وضغطها على ما يعلوها من الطبقات مكونة شكل قبة Lacolith أو عكس ذلك وتكون شكل طبق Lopolith (قبة مقلوبة) .

* الباثوليت والستوك Batholith and stocks

الباثوليت أكبر الصخور النارية المتداخلة وهى تمتد مئات الكيلو مترات ويصل سمكها عدة كيلو مترات ، بينما الستوك صخور نارية متداخلة تأخذ شكلا بيضاويا أو مستديرا على السطح الأفقى .

* الطفح البركانى :

من المواد المنصهرة التى تبرد على سطح الأرض وذات نسيج زجاجى لأنـها بـردت بسرعة وتأخذ أشكالاً عديدة على السطح .



* أعناق البراكين والمواد المفتتة :

تجمد اللافا فى أعناق البركان مكونة أسطوانة مـن الصخـر النـارى تتحـول إلى مواد مفتتة وقطع صخرية تنتشر عند عودة ثورة البركان وتسمى البريشيا البركانية حيث تتراكم ، ومن هذه المـواد المفتتـة أيضـا الرمـاد البركـانى Volcanic Ash حيث تكون المواد المفتتة دقيقة جدا وتوجد حول البركان أو تحمله الرياح لتترسب فى أجزاء أخرى قارية أو بحريـة ، وقـد يتكـون المخـروط البركـانى مـن الطفـوح البركانية والمواد المفتتة .

الفصل السادس

العمليات الخارجية المؤثرة على الأرض

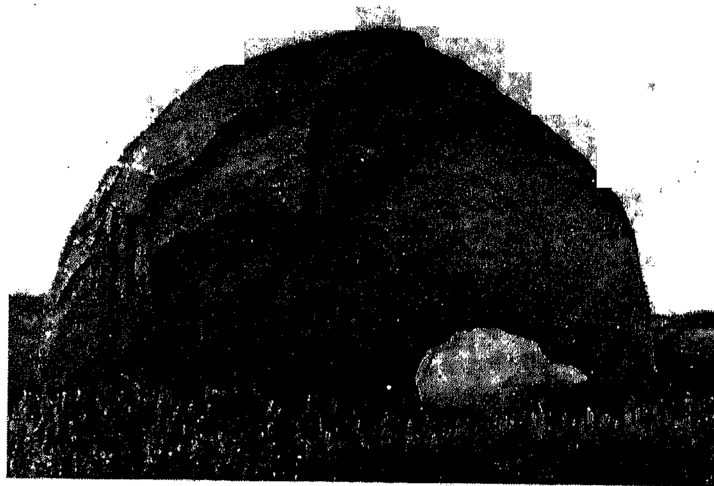
* التعرية : مراحلها

(١) التجوية (٢) النقل (٣) الحت

* البناء : العوامل المؤثرة

(١) الرياح (٢) التغير فى درجة الحرارة .

(٣) الماء (الأمطار والأنهار والبحار والبحيرات والمياه الجوفية) .



الفصل السادس :
العمليات الخارجية المؤثرة على سطح الأرض
External agents changing earth's surface

أولا : التعرية :

يؤثر خارجيا على سطح الأرض الرياح ودرجة الحرارة والماء وينشأ عن هذه العوامل عملية التعرية التى تعنى جميع المؤثرات التى تعمل على هدم صخور القشرة الأرضية ونقلها من مكان لآخر على سطح الأرض ، وتتم على ثلاث مراحل هى :

- **التجوية .**
- **النقل .**
- **الحت .**



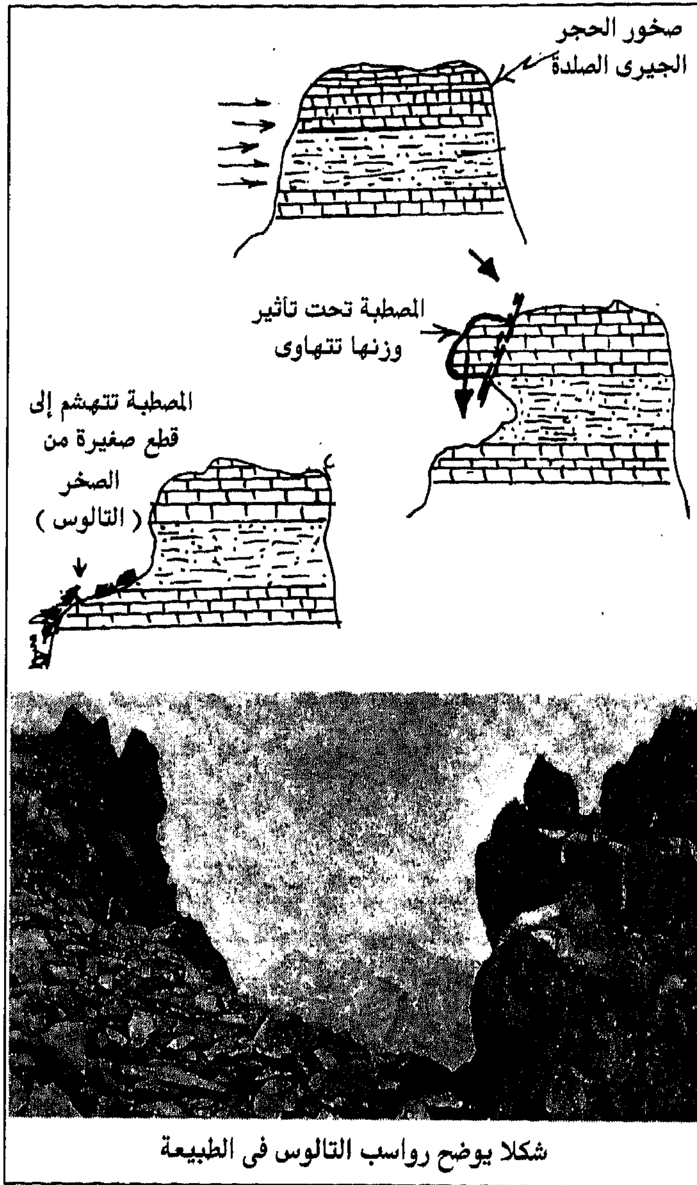
أثر عوامل التعرية

(١) مرحلة التجوية :

يتم خلالها تفكك وتفتت الصخور بفعل الرياح والأمطار والأنهار والجاذبية الأرضية وغيرها من العوامل الفيزيائية التى تؤثر على سطح الأرض وتغير من طبيعته ، وتحدث عملية التجوية بطرق ميكانيكية أو كيميائية أو عضوية .

* التجوية الميكانيكية :

تفكك وتفتت الصخور دون أن يتأثر تركيبها المعدنى ، ويحدث هذا التأثير بفعل الجاذبية الأرضية واصطدام الرياح بطبقات صخرية رخوة وصلدة حيث تتآكل الصخور الرخوة فى سهولة وسرعة عن الصخور الصلدة وتبقى الصخور الصلدة بارزة مكونة **المصاطب الصخرية** وبتأثير الجاذبية الأرضية تنهار أطراف هذه المصاطب وتسقط على سفُوح الجبال وتتهشم إلى قطع صغيرة تسمى **رواسب التالوس** .



شكلا يوضح رواسب التالوس فى الطبيعة

* التجوية الكيميائية :

عملية تفكك الصخور وتفتتها ويصبح الفتات الصخرى مختلفا فى تركيبه المعدنى عن تركيب الصخرة الأم ويساعد على نشاط عمليات التجوية الكيميائية الغازات والأبخرة الموجودة بالغلاف الهوائى ومياه الغلاف المائى حيث يذوب ثانى أكسيد الكربون فى ماء المطر مكونا أمطارا حامضية تؤثر على الصخور الكلسية كالحجر الجيرى والرخام ويذيبها على هيئة بيكربونات كالسيوم - كما تتفتت معادن الفلسبار بتأثير مياه الأمطار متحولة من معادن صلدة إلى طين لدن ، ويحدث ذلك لصخور الجرانيت المحتوية على الفلسبار مكونة كتل من الطين المختلط ببعض بلورات الكوارتز والميكا .

وسطح الأرض المعرض للجو والمحتوى على صخور تحتوى على فلز الحديد تتأثر بعملية الأكسدة ويظهر مغطى بطبقة بنية اللون أو صفراء من أكسيد الحديدوز الأصفر الذى يتأكسد غالبا إلى أكسيد الحديديك البنى .

* التجوية العضوية :

يحدث تفكك وتشقق للصخور نتيجة نشاط الكائنات الحية حيث تخترق جذور الأشجار التربة وتصنع الديدان وبعض القوارض أنفاقا وتفرز إفرازات فى التربة ، إلى جانب النشاط البكتيرى فى التربة .

(٢) مرحلة النقل :

عملية نقل فتات الصخر من مكان لآخر على سطح الأرض ويتم ذلك بواسطة الرياح والأمطار والأنهار والجاذبية الأرضية .

(٣) مرحلة الحت :

المياه الجارية والهواء من أهم عوامل حت الصخور ونحتها نواتج التجوية لا تبقى فى مكانها طويلا وإنما تنتقل من مكان لآخر حيث يتم أثناء ذلك حت الصخور وتآكل أطرافها وحوافها وبريها إلى قطع صخرية مختلفة الأشكال . ويحدث الحت نتيجة ارتطام الصخور بعضها ببعض أثناء عمليات النقل أو نتيجة لارتطامها بصخور تمر فوقها .

ثانيا : البناء :

يصاحب عمليات التعرية عمليات بنائية فأى هدم وتفتت يصاحبه نقل وترسيب .

عند سفوح المنحدرات فى المناطق الجبلية يشاهد المرء أكواما من قطع الصخور المختلفة الشكل والأحجام وتتراكم بعضها فوق بعض على مر السنين لتكون رسوبيات جديدة عند هذه السفوح ، ومن الطبيعى أن هذه المادة البنائية الجديدة التى تغطى سفوح الجبال لابد وأنها قد أتت إليها من المناطق العالية المجاورة إما بواسطة الرياح أو الأمطار – وقد يتسبب عن تجوية وحت صخور الجبال فى المناطق الساحلية عمليات بنائية تتم مراحلها فى الأحواض البحرية المجاورة حيث تتراكم فيها نواتج التعرية بعضها فوق بعض لتكون الصخور الرسوبية .

* العوامل المؤثرة :

(١) الرياح :

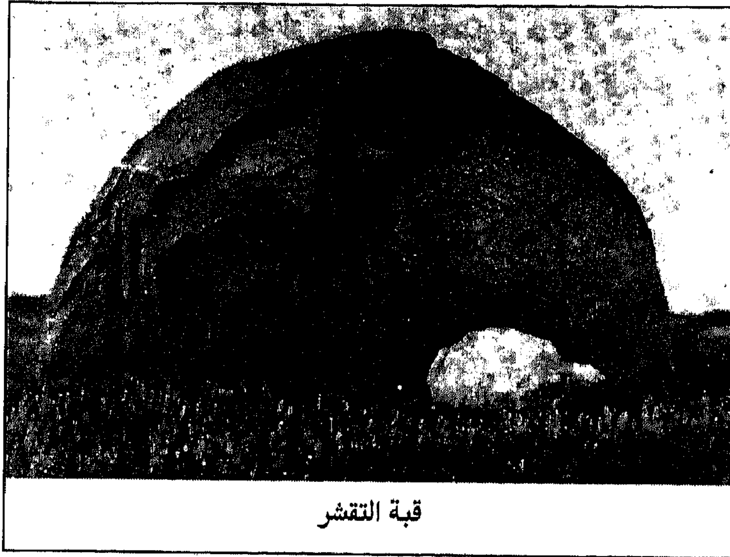

حركة الكثبان الرملية

من أهم العوامل التى تعمل على تعرية الصخور وتساهم فى عمليات البناء فى نفس الوقت ، فعندما تحمل الرياح الحبيبات الرملية فإنها تؤثر على الصخور وتسبب تفككها وحتها ، ونشاهد أثر ذلك فى المناطق الصحراوية حيث نجد الأجزاء الصلدة من الكتل الصخرية تبقى بارزة وسط الصحراء مقاومة الحت بينما تتآكل الأجزاء اللينة – وعندما تعترض الرياح المحملة بالرمال بروز أرضى صحراوى يحدث ترسيب لحمولة الرياح من رمال أو حبيبات صخرية دقيقة مكونة الكثبان الرملية ، ويعتبر الكثيب الرملى من أهم معالم المناطق الصحراوية ، إذ يدل شكل الكثيب ونوعه على اتجاه هبوب الرياح وشدتها .

(٢) التغير فى درجة الحرارة :

يسبب التغير فى درجة الحرارية تفكك الصخور وتكسرها ، ففى المناطق الصحراوية الجافة الخالية من السحب حيث التباين الملحوظ فى درجة الحرارة بين الليل والنهار نجد أن تتابع عمليات التمدد والانكماش التى تعترى الصخور تسبب إجهادها وتشققها وتفككها إلى كتل صغيرة .

وقد يتمدد السطح الخارجى للكتل الصخرية الضخمة وينفصل تاركا وراءه الأجزاء الباردة وبذلك يتقشر الصخر ، كما أن الانخفاض الشديد فى درجة الحرارة والذى يسبب تجمد المياه المتجمعة فى الشقوق والمسام الصخرية مما يؤدى إلى زيادة حجم المياه بحوالى ١٠٪ من حجمها وهى سائلة وينشأ عن ذلك ضغط هائل يسبب تفتت الصخر .


قبة التقشر

وكذلك تتأثر المعادن المختلفة المكون لمادة الصخر تأثرا مختلفا بدرجة الحرارة وذلك حسب معامل تمدد كل منها ، وإن توالى عمليات تمدد وانكماش هذه المعادن يسبب طقطقة مسموعة فى الصخر يتبعها تشققه ويحدث ذلك فى الصحراء بعد غروب الشمس إذ يسمع المرء أصواتا كطلقات الرصاص .

(٣) الماء :

تشمل مياه الأمطار والأنهار والبحار والبحيرات والمياه الجوفية .

(أ) **الأمطار** : ينشأ عنها السيول التى تهدم الصخور وتجرفها معها من الأراضى المرتفعة إلى الأراضى المنخفضة حيث تترسب وتتراكم بعضها فوق بعض – ويوضح ذلك دور الأمطار كعامل تعرية وعامل بناء فى نفس الوقت – وقد تسقط الأمطار خلال فترة زمنية قصيرة (كما يحدث فى المناطق شبه الصحراوية) وتسبب فيضانات وقتية تحمل معها من المواد الصلبة ما ترسبه على مسافة مكونة **الدلتا الجافة** ، وهذه الأمطار الشديدة تدفع المياه فى مجار عميقة ذات جدران شديدة الانحدار تعرف **بالوديان** .



(ب) الأنهار : تلعب دورا فى تشكيل سطح الأرض وتغيير معالمه – فالأنهار تحت التلال والجبال وتنقل فتاتها إلى البحر ويترسب الكثير منها فى المصب ، وتعتبر الأنهار من أهم عوامل التعرية والبناء وتعتبر حمولة النهر وطاقته من أهم الأسلحة التى يشق بها النهر طريقه ليعمق واديه ويوسع مجراه وتعرف حمولة النهر بمقدار ما تحمله مياهه من مواد صخرية عالقة أو ذائبة . وقدر العلماء حمولة نهر النيل وحده بحوالى ٦٠ مليون طن منها ٤٠ مليون

طن مواد ذائبة – أما طاقة النهر فهى مقدار المياه التى تتدفق من النهر فى زمن معين ويستخدم فى تقدير طاقة النهر وحدة تسمى (الكوسيك) وهى تمثل جريان ٢١٥٢,٠٠٠ لتر ماء فى يوم كامل .



مراوح الطمى

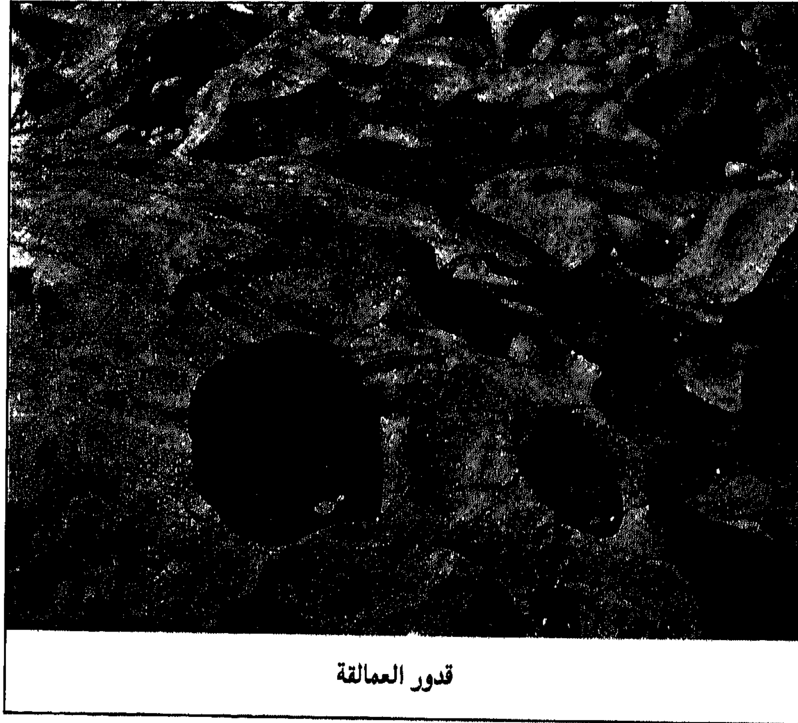
وعلى سبيل المثال فنهر الفرات يدفع ٨٨٠٠ كوسيك فى شهر سبتمبر ونهر دجلة يدفع ٦٤,٣٠٠ كوسيك فى نفس الشهر . وعلى أساس ما سبق يمكن أن نستنتج أن النشاط الجيولوجى للنهر تختلف حدته على طول مجرى النهر من منبعه إلى مصبه حيث يظهر تفوقا فى النشاط الهدمى عند المنبع وتفوقا فى النشاط البنائى عند المصب حيث تتكون الرواسب النهرية المعروفة بالدالات – مثل دلتا نهر النيل ، وقد يحدث للنهر ترسيب فى أى جزء من مجراه وهو ما يسمى مراوح الطمى وهى الرواسب التى يلقى بها النهر عندما تتضاءل سرعة تياره فجأة نتيجة اندفاع مياهه من الأماكن المرتفعة إلى السهول المنبسطة .

ويتميز النشاط الجيولوجى للنهر بثلاث مراحل مختلفة عند المنبع وفى الوسط وقرب المصب وتعرف هذه المراحل على الترتيب بمرحلة الشباب ومرحلة النضج ومرحلة الشيخوخة ، وهناك مرحلة رابعة تسمى مرحلة تجدد الشباب .

* **مرحلة الشباب** : تميز حالة النهر بالقرب من المنبع حيث يبدأ نشاط النهر بالحت وتعميق المجرى بقوة ما يعرف بالحفر الوعائية أو (**قدور العمالقة**) التى تتميز بدواماتها - ومن المعالم الجيولوجية المميزة لمرحلة الشباب تعدد مساقط المياه أو الشلالات التى تعترض مجراه وعمق مجراه وضيق واديه الذى يتخذ عادة شكل الرقم ٧ .

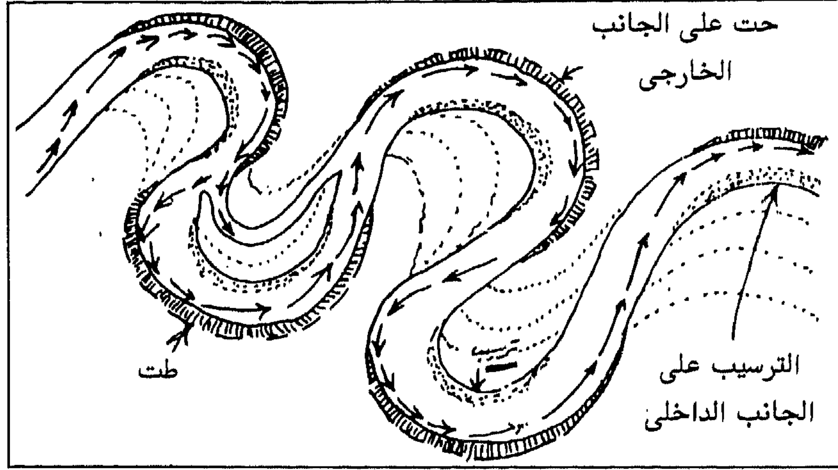


الشلالات

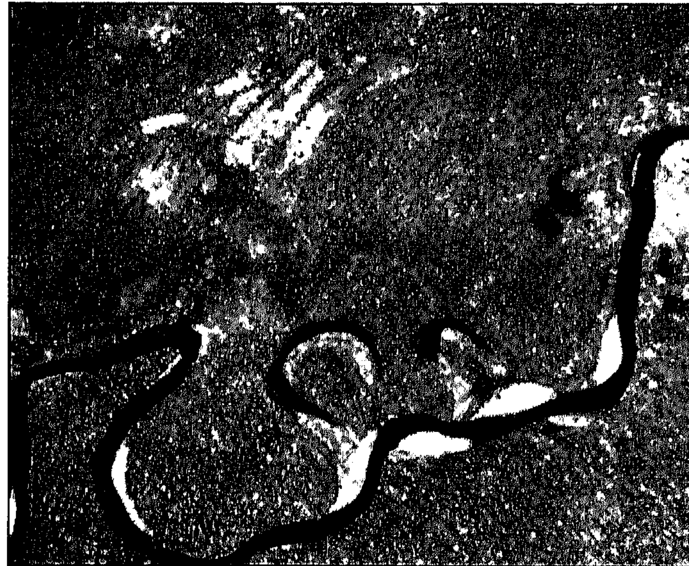


قدور العمالقة

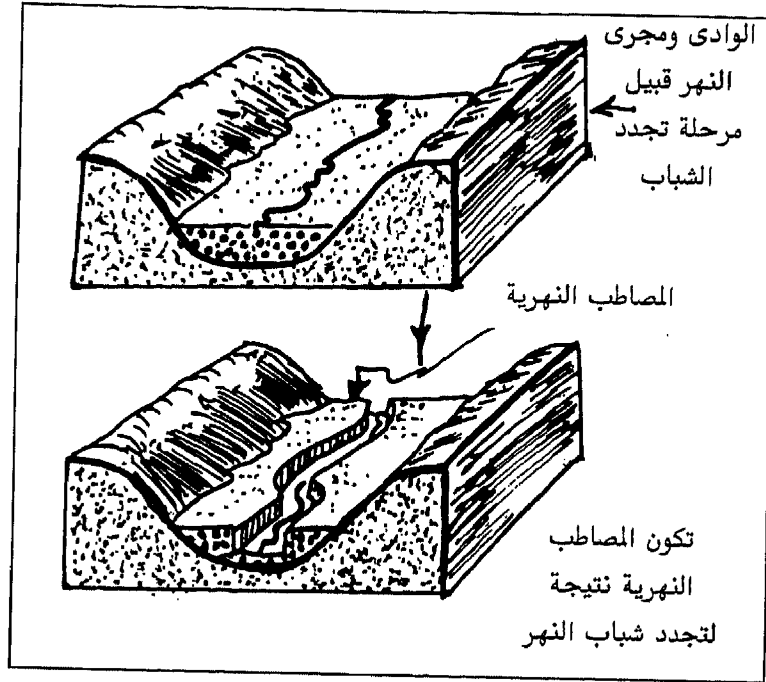
* **مرحلة النضج** : عند منتصف المجرى حيث الوادى أكثر اتساعا وعند التعرجات أو المنعطفات يحدث الحت على الجانب الخارجي للمنعطف والترسيب على الجانب الداخلى ، وبالتدريج يبدأ النهر فى الحت الجانبى موسعا التواء منعطفاته النهرية .



* **مرحلة الشيخوخة** : يسيل النهر فى منعطفات واسعة تتخلل واديه المسطح وقد تنفصل بعض منعطفاته فى صورة بحيرات ذات شكل هلالى .



* **مرحلة تجدد الشباب** : قد يحدث أن يجدد النهر نشاطه بعد مرحلة معينة فتزداد سرعته ويبدأ فى حفر المجرى من جديد وقد يحفر النهر قرب المصب فى نفس المواد التى سبق ورسبها وبذلك تتكون **المصاطب النهرية** ويرجع تجدد الشباب إلى الحركات الأرضية التى قد تغير من وضع قاع النهر بعد بلوغه مرحلة معينة .



(جـ) الأنهار الثلجية : أنهار تجمدت بها المياه السطحية (ينتقل الماء من حالة السيولة إلى حالة الصلابة فى درجة الصفر المئوى وتحت الضغط الجوى المعتاد) .

وفى أجزاء مختلفة من العالم تنخفض درجة الحرارة عن درجة تجمد الماء فيحدث تجمد للمياه السطحية فى الأنهار والبحار ويتكون الثلج على هيئة كتل كبيرة قادرة على الانسياب مسببة هدم العوارض والهضاب الجانبية التى تعترضها ، وبذلك يصبح القاع متسعا وجدرانه الجانبية مستقيمة شديدة الانحدار على شكل حرف U .

وفـى المنـاطق الجبليـة تهوى كتل الجليـد المتكونـة بفعـل الجاذبيـة الأرضيـة حاملة معها قطعا كبيرة مـن الصخـر تكـون بمـرور الزمـن مـادة بنائيـة للأمـاكن التـى ترسبت بها ، وبذلـك نـرى أن الأنـهار الثلجيـة عـامل هدم وعامل بناء .



النهر الثلجى

(د) البحـــار :

تحتوى علـى ميـاه فـى حركـة دائمـة ومسـتمرة بسبب الرياح ، ودوران الأرض ، واختـــلاف درجـات الحـرارة ، والضغـط ، واختـلاف ملوحـة المياه ، وهـذه العوامل ينشأ عنها قوى **الأمـواج والمـد والجـزر والتيارات البحرية** . .



الأمواج

فتكون الأمواج يرجع إلى الرياح والمد والجـزر يرجـع إلى دوران الأرض وجاذبيـة كل من الشمس والقمر . . والتيارات البحرية تنشأ عن اختلاف درجـات الحـرارة والملوحة والرياح والجاذبية ، ومن ثم فإن المياه السطحية تملك طاقـة تمكنـها مـن عمليات الهدم والبناء ، والصورة التى يوجد عليها قـاع البحـر ترجـع إلى العـامل البنائى للبحار .

أما الصورة التى عليها الشواطئ فترجع إلى عاملى البناء والهدم ، والقدرة الآلية لأمواج البحار كبيرة جدا ، ويزداد ضغط هذه الأمواج أثناء العواصف وعندما تصادف الأمواج جرفا بحريا تندفع المياه إلى الجحور والشقوق التى بالصخور ، وبذلك تعتبر الأمواج عامل هدمى له أثره الواضح ، وتأخذ الجروف البحرية أشكالا مختلفة تبعا لتركيب الصخر المكون للجرف ومدى التعرية البحرية والتعرية الأرضية .



جرف بحرى

وكذلك تتأثر أشكال الشواطئ بالصخور المكونة لها . وتشاهد عمليات الهدم البحرية للأمواج على أوسع نطاق حول السواحل التى تظهر فيها المياه العميقة قريبة من اليابسة أى التى تكون منحدراتها المائية غير متدرجة أما عندما يكون المنحدر المائى متدرجا فإن الأمواج تنكسر بعيدا عن الشاطئ وتفقد قوتها ويحدث الترسيب مكونة **الضفاف الرملية** ، والرسوبيات فى قاع البحر تتحول إلى صخور رسوبية بمرور الوقت ونتيجة لعمل الأمواج على السواحل البحرية تنتقل المواد كبيرة الحجم إلى الشاطئ والمواد صغيرة الحجم تجذبها المياه ناحية البحر .

(هـ) البحيرات : عبارة عن أحواض فى سطح الأرض تحتوى الماء ، وبعضها تكون بفعل الحت ، والبعض الآخر نشأ بفعل الترسيب ، وبعضها نشأ بفعل الحركات الأرضية والنشاط البركانى ، فالأنهار الثلجية تأخذ أوديتها شكل حرف U ويتجمع فيها الماء لتصبح بحيرات فى الأراضى التى كانت مغطاة بالثلوج فى الأزمنة القديمة ، كما أن ذوبان بعض الصخور فى الماء يسبب تجويفا يتسع بمرور الوقت مكونا حوضا لبحيرة صغيرة ، وبعضها يتحول إلى مستنقعات ملحية وكذلك الحت الذى تحدثه الرياح يكون أحواضًا يصل قاعها إلى مستوى المياه الجوفية فتصبح بحيرات أو مستنقعات ملحية .



مستنقعات ملحية

ومن ناحية أخرى فإن الثلوج تعتبر إحدى العوائق الطبيعية التى تساعد على تكوين البحيرات ، ونمو النباتات بغزارة فى منطقة معينة يمكن أن يسد مجرى إحدى الأنهار الصغيرة مكونا بحيرة – وبعض البحيرات تتكون نتيجة ترسيب مواد جيرية فى مجارى النهر (سد جيرى) .

وكذلك تنشأ أحواض سطحية نتيجة الحركات الأرضية تمتلئ بالماء مكونة بحيرات مثل بحيرة فيكتوريا والبحر الميت .

وهناك بحيرات تتكون فى فوهات البراكين كالتى فى أواسط أفريقيا ووسط إيطاليا ولا يوجد المد والجزر فى البحيرات لأن شواطئها أقل عرضا ، كما أن التيارات تكاد تنعدم ولذلك فإن الانجراف يحدث لأجزاء قليلة من المواد الشاطئية إلى أعماق البحيرات .

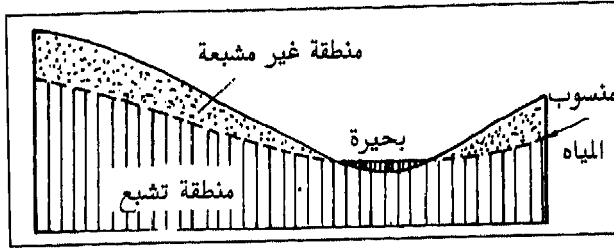
(و) **المياه الجوفية** : هى المياه التى تملأ الفتحات والمسام فى صخور القشرة الأرضية والتى تسربت إلى داخلها من مياه الأمطار والأنهار والبحيرات – والصخور الخازنة لهذه المياه تعرف بمستودع المياه الجوفى والسطح العلوى لهذه المياه يعرف بمنسوب الماء الجوفى ، والصخور الخازنة للمياه ذات مسامية مناسبة تتوقف على درجة تقارب حبيبات الصخر حيث تقل المسامية مع تقارب الحبيبات ، كما أن الحبيبات المستديرة تعطى للصخر مسامية أكبر وكذلك الطريقة التى تترتب بها الحبيبات فى الصخر . وتتوقف نسبة المسامية على نسبة المواد اللاصقة التى تعمل على تماسك حبيبات الصخر وأن تكون للصخور قدرة إمرار كافية تسمح بإمرار المياه خلالها حتى إذا كانت عديمة المسامية ، فالجرانيت والبازلت تكثر بهما الشقوق وقدرتهما على إمرار المياه عالية وعلى أساس ذلك تقسم الصخور إلى :

- صخور مسامية منفذة مثل الحجر الجيرى .
- صخور مسامية غير منفذة مثل الطين .
- صخور غير مسامية ممرة مثل الجرانيت المشقق
- صخور مسامية غير ممررة مثل الكوارتزيت .

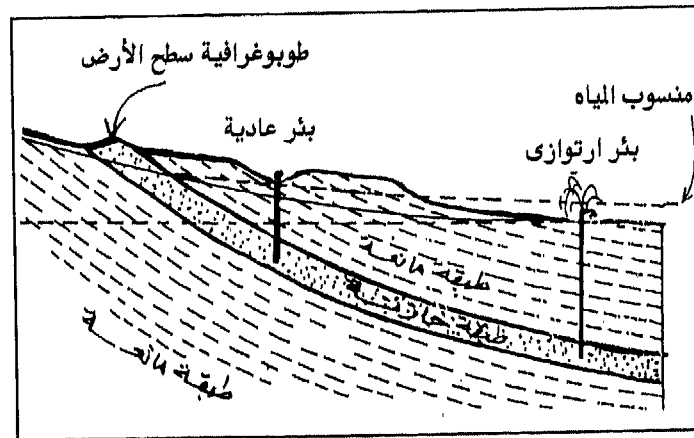
ومن هنا يتضح لنا أن الصخر الخازن للماء لابـد أن تتوافـر فيـه خـاصيتى الإنفـاذ والإمرار ، وبالتالى فإن المياه الجوفية لا تبقى ساكنة فى الصخور ولكنها دائمة الحركة وفى الغالب صوب البحر .

*** تقسيم المياه الجوفية :**

(أ) مياه حرة الحركة : تتقيـد حركتـــها بالجاذبيـــة الأرضية فقط ومنسوب مياهها غالبا غير أفقى السطح ويتبع تضاريس سطح الأرض .

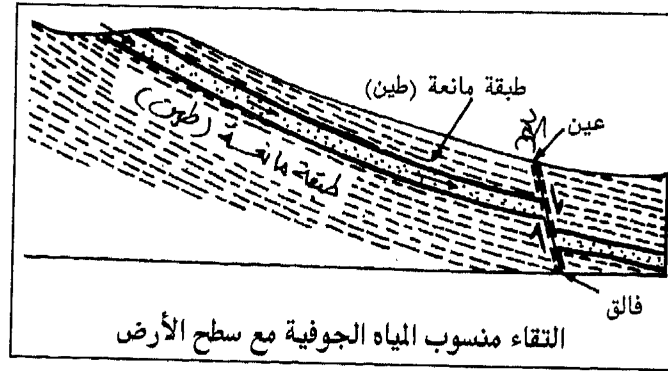


(ب) مياه مقيدة الحركة : يتحكم فى حركـة المـاء طبقـة غـير منفـذة وغـير ممررة إما تحتها أو فوقها وتمثل عـائـقا للحـركة أو يـقيد الماء طبقتين إحداهمـا عليا والأخرى سفلى ومنسوب الماء يتشكل وفقا للطبقات الخازنة والمانعة ويكـون مقيدا ، ويتم استخراج المياه الجوفية بحفر الآبار إلى مستوى المـاء ، وإذا ارتفـع الماء تلقائيا دون الحاجة إلى ضخه يسمى البئر الارتوازى أما الآبار العادية فلابد أن يرتفع الماء نتيجة ضخه .



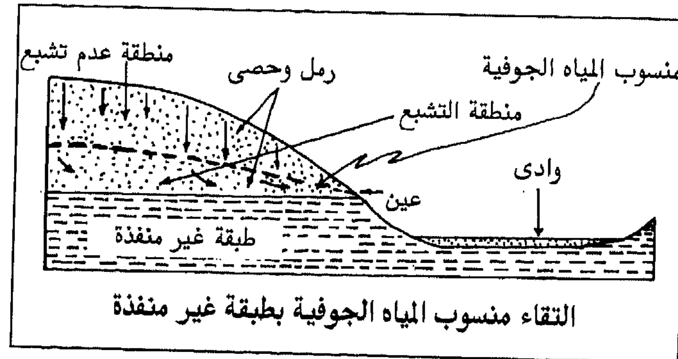
(ز) **العيون والينابيع** : تتكون العيون والينابيع طبقا للعلاقة بين تضاريس سطح الأرض ومستوى منسوب المياه الجوفية بها . وتتكون العيون من عدة احتمالات :

* عند التقاء منسوب المياه الجوفية مع سطح الأرض فى الوديان .



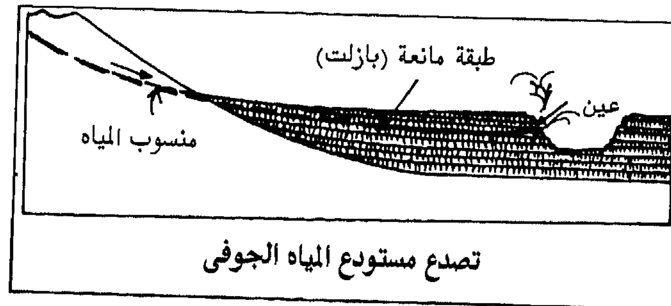
التقاء منسوب المياه الجوفية مع سطح الأرض

* عند التقاء منسوب المياه الجوفية بطبقة غير منفذة تتصل بسطح الأرض .



التقاء منسوب المياه الجوفية بطبقة غير منفذة

* تصدع مستودع المياه الجوفى مما يسهل ارتفاع المياه إلى سطح الأرض .



تصدع مستودع المياه الجوفى

* العيون الساخنة ذات الأصل البركاني .

* الأثر الجيولوجي للمياه الجوفية :


العيون الساخنة

المياه الجوفية تعتبر عاملا فعالا في الحت والنقل والترسيب حيث تؤثر في الصخور المحيطة بها وتحللها مكونة ما يسمى الكهوف التحت سطحية إلى جانب أن ذوبان ثاني أكسيد الكربون في هذه المياه يؤثر على الصخور المحيطة كما أن تعرض هذه المياه للبخر نتيجة ارتفاع درجة الحرارة يعرضها لترسيب رواسب من كربونات الكالسيوم ويحدث ذلك داخل الكهوف مكونا الصواعد (رواسب جيرية على أرضيات الكهف متجهة إلى أعلى) والهوابط (رواسب جيرية في سقف الكهف وتتجه إلى أسفل) وقد تتصل الصواعد والهوابط مكونة ما يعرف بالأعمدة .

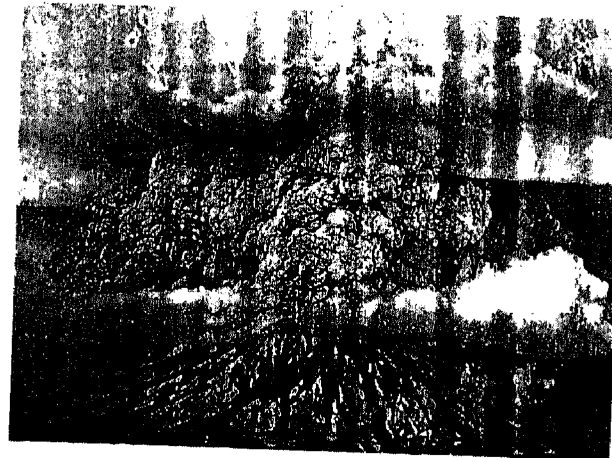

الصواعد والهوابط (الاستلاكيتيت والاستلاجميت)

الفصل السابع

العوامل الباطنية التى تؤثر فى تكوين سطح الأرض

* الزلازل
* البراكين





الفصل السابع :

العوامل الباطنية التى تؤثر فى تكوين سطح الأرض

Internal agents changing the Earth's surface

أولا : الزلازل :

هزات تعترى الأرض بصورة فجائية ، وهى هزات خاطفة تنتاب الأرض من حين إلى آخر تترك وراءها الشقوق والتصدعات وتسبب انهيار الجبال وهيجان جبار لمياه البحار والمحيطات والأنهار وتخلف وراءها آثار الدمار والتخريب فى المدن من انهيار للمنازل واندلاع للحرائق وضياع كثير من الأرواح البشرية ، ويدرك كثير من المعاصرين الزلازل التى تعرضت لها بلادهم .



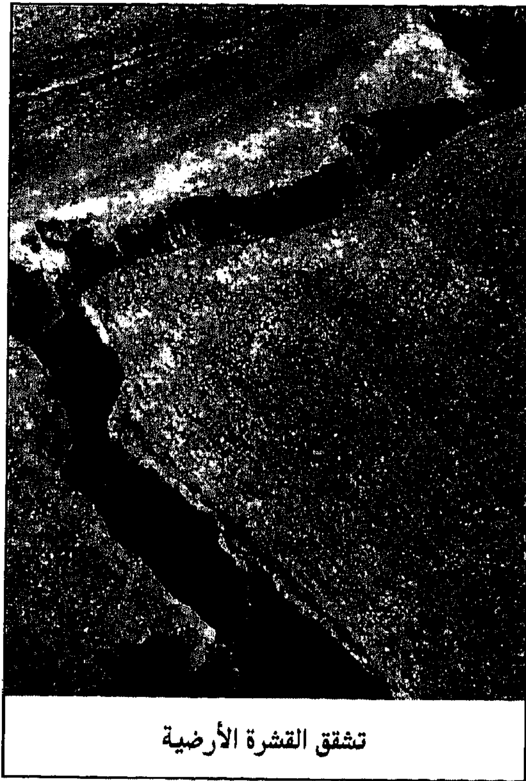
الآثار المدمرة للزلازل

وقد ثبت أن أسباب حدوث الزلازل ترجع إلى أمرين :

١ – رد فعل ناشئ عن حركة المصهورات وغازات الماجما الموجودة بالغلاف الصخرى للأرض ويسمى الزلزال البركانى

٢ – رد فعل ناشئ عن تشقق صخور القشرة الأرضية وتصدعها لعوامل جيولوجية مختلفة ، ويسمى الزلزال الحركى .

والزلازل الحركية هى التى تعمل على حركة صخور القشرة الأرضية مكونة التصدعات والشقوق الضخمة ، وهى أكثر أنواع الزلازل شيوعا وأخطرها تأثيرا على حياة السكان والمنشآت العامة ، ومن أشهر هذه الزلازل الحركية العنيفة زلزال مدينة سان فرانسيسكو بأمريكا الشمالية (١٩٠٦) وزلزال طوكيو (١٩٢٣) .


تشقق القشرة الأرضية

وقد أثبت العالم ريد Reed عام ١٩٠٦ بالمشاهدة والتجربة أن تشقق الصخور وتصدعها هو فى الحقيقة من أهم أسباب حدوث الزلازل العنيفة وأن تأثر صخور القشرة الأرضية بعوامل فيزيائية معينة مثل الضغوط الهائلة التى تتعرض لها الأرض سواء من خارجها أو داخلها والتى تسبب حالة إجهاد مستمر لهذه الصخور إلى الحد الذى لا يمكن بعده أن تستوعب هذه الصخور مزيدا من هذه الطاقة فيحدث التصدع ، ونتيجة لهذا التصدع تنطلق كميات هائلة من الطاقة التى كانت مخزنة بهذه الصخور أثناء إجهادها ، وتنتشر هذه الطاقة فى الصخور المحيطة بمنطقة التصدع على هيئة موجات اهتزازية يتسبب عنها اهتزاز الأرض وحدوث الزلزال .

ولقد تمكن العلماء من رصد هذه الموجات الاهتزازية فى كثير من المراصد وتسجل هذه الموجات على سجل الزلازل .

* **شدة الزلزال :**

الزلزال القوى العنيف يمكن رصده فى مناطق تبعد عن المناطق التى حدث بها ـ والزلزال الضعيف قد يكون ضعيفا للدرجة التى يتعذر معها اكتشافه أو الشعور به .

وتتوقف شدة الزلزال على مقدار الطاقة التى تنطلق من الصخور وقت تصدعها وتقدر شدة الزلزال بإحدى درجات مقياس الشدة العالمى الذى صممه مرسيلى Mercelli على أساس أن هناك عشر درجات للشدة (من ١ إلى ١٠) كل منها يتناسب تصاعديًا مع مدى الخسارة فى الأرواح والمنشأت العامة ـ وحينما تقدر شدة الزلزلال بدرجة واحدة فإن ذلك معناه أن الزلزال ضعيف جدا لا يشعر به الإنسان ولا يمكن رصده إلا بأجهزة تسجيل الزلازل الحساسة ، أما الزلازل التى تبلغ شدتها أقصى قيمة وهى عشرة درجات فتكون عنيفة مدمرة ينتج عنها انهيار المنشآت العامة ويذهب ضحية لها عشرات الآلاف من الأرواح البشرية .

ويستخدم كذلك مقياس ريختر الذى يوصف الزلازل على أساس القوة الفعلية وهو مقسم إلى تسع درجات :

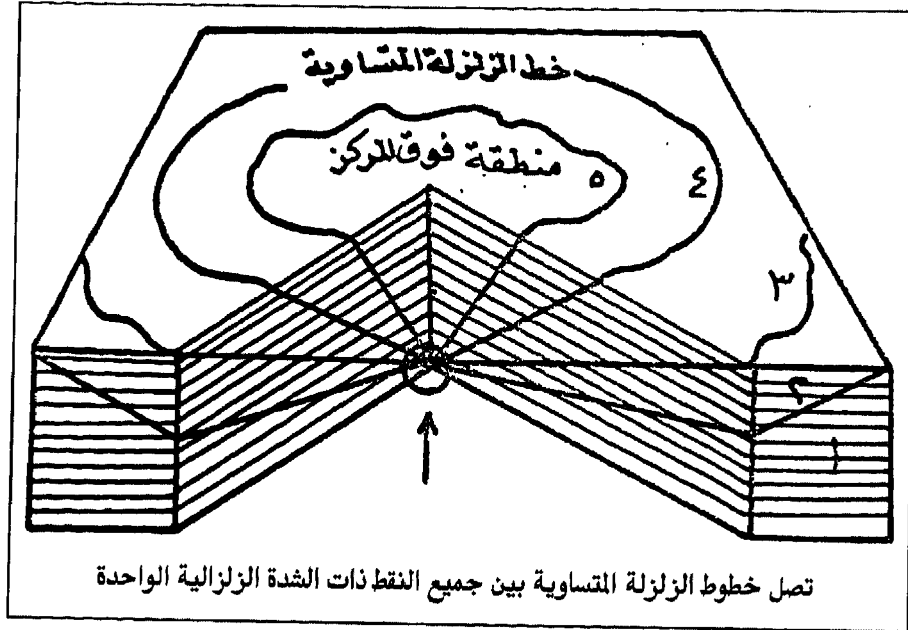
الدرجة	قوة الزلزال
١	لا يشعر به أحد
٢	يشعر به بعض الناس
٣	يسبب خسائر طفيفة جدا
٤	خسائره محصورة ومعتدلة
٥	دمار كبير للأحياء والجماد
٦	دمار حاد للأحياء والجماد
٧	دمار ثقيل للأحياء والجماد
٨	دمار مروع
٩	دمار إلى حد الإبادة .

درجات توصيف القوة الفعلية للزلازل بمقياس ريختر

* مركز الزلزال :

يوجد للزلزال مركزين أحدهما جوفى والآخر سطحى .

والمركز الجوفى للزلزال هـو نقطـة تحـت سطح الأرض تبـدأ عندهـا الصخـور فـى التصدع أو التشقق وتنطلق منها الطاقة الكامنة على هيئة موجات اهتزازية . أما المركز السطحى فهو نقطة على سطح الأرض تقع مباشرة فوق المركز الجوفى للزلزال .

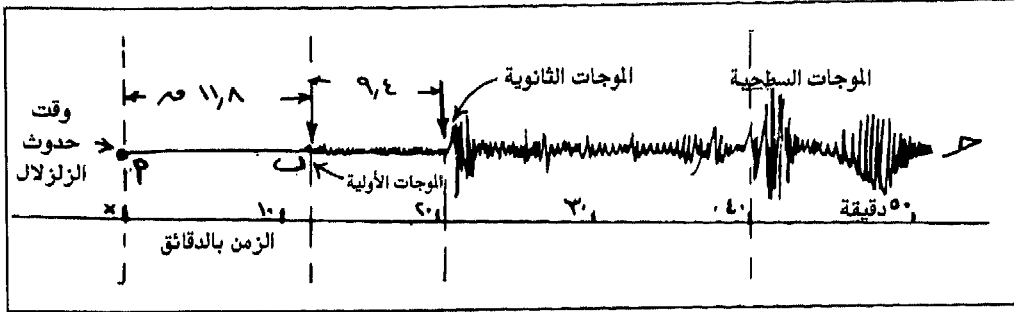


تصل خطوط الزلزلة المتساوية بين جميع النقط ذات الشدة الزلزالية الواحدة

* مسجلات الزلازل :

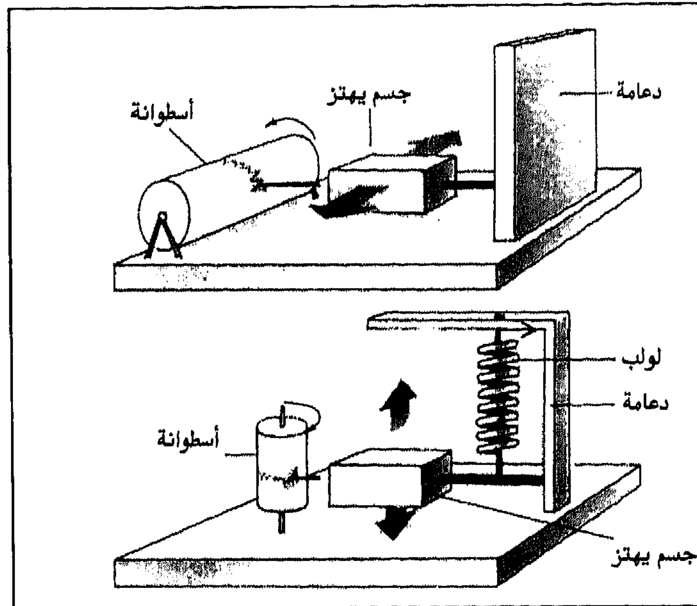
عندما يحدث زلزال فى منطقة معينة تصدر عنه موجات اهتزازيـة تنتشـر بصخـور القشرة الأرضية إلى مسافات هائلة قـد تبعـد مئـات الأميـال عـن مركـز الزلـزال . . . وعندما تصل إلى المرصد تحدث اهتزازا يُمكِّن مسجلات الزلازل بالمرصد مـن تسـجيلها على شريط الورق الحساس الذى يعرف بسجل الزلزال ، ويمكنك أن تلاحظ أن بدايـة السجل تميزه موجات أولية ذات ذبذبات عاليـة الـتردد صغـيرة السعة ويتمـيز ذيـل السجل بموجات سطحية ذات ذبذبات قليلة التردد عالية السعة – وبينهما فى وسـط السجل الموجات الثانوية ذات الذبذبات متوسطة الـتردد والسعة ، وتعتـبر الموجـات الأولية أسرع أنواع الموجات الاهتزازية ، والموجات السطحية أبطأها .

ومسجلات الزلازل منها المصمم لقياس مقدار الحركة **الرأسية** للأرض الناتجة عن اهتزازها - ومنها لقياس مقدار الحركة **الأفقية** للأرض .



* فكرة عمل مسجل الزلزال :

تعلق كتلة معدينة ثقيلة بسلك فولاذى إلى ركيزة تستند إلى أرضية المرصد وتزود هذه الكتلة بإبرة رصد خاصة بحيث يلامس طرفها شريطا من الورق ملفوف على أسطوانة معدنية تدور ببطء وانتظام ومثبتة هى الأخرى بأرضية المرصد ، فإذا لم يكن هناك أى اهتزاز للأرض رسمت الإبرة خطا مستقيما على شريط الورق . ويصبح الخط متعرجا فى حالة حدوث الزلزال .



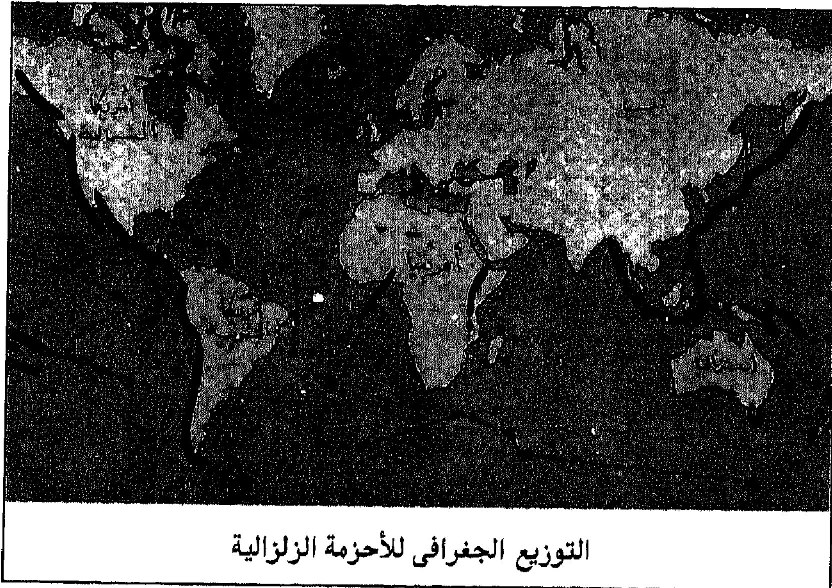
* ما أهمية الدراسة الدقيقة لسجلات الزلازل ؟

تساعد فى التعرف على أسباب حدوث هذه الزلازل والأماكن التى تكثر فيها والتعرف على التركيب الداخلى لكوكب الأرض .

* التوزيع الجغرافى للزلازل :

تتركز الهزات الأرضية فى مناطق محدودة تسمى المناطق الزلزالية أو الأحزمة الزلزالية ، وقد حدد العلماء وجود حزام زلزالى رئيسى يطوق المحيط الهادى ويمتد من شيلى إلى بيرو إلى أمريكا الوسطى فالمكسيك فكاليفورنيا فغرب كندا ثم إلى جزر اليابان والفلبين وأندونيسيا ونيوزيلاندا .

وهناك حزام رئيسى ثانٍ يضم شمال أفريقيا وأسبانيا وإيطاليا واليونان وتركيا وشمال الهند وبورما والصين ، أما الحزام الزلزالى الثالث فيعتبر حزاما ثانويا يمر بمناطق متفرقة من الأرض (المحيط المتجمد الشمالى والمحيط الأطلسى والهندى ووسط سيبيريا وشرق أفريقيا) .

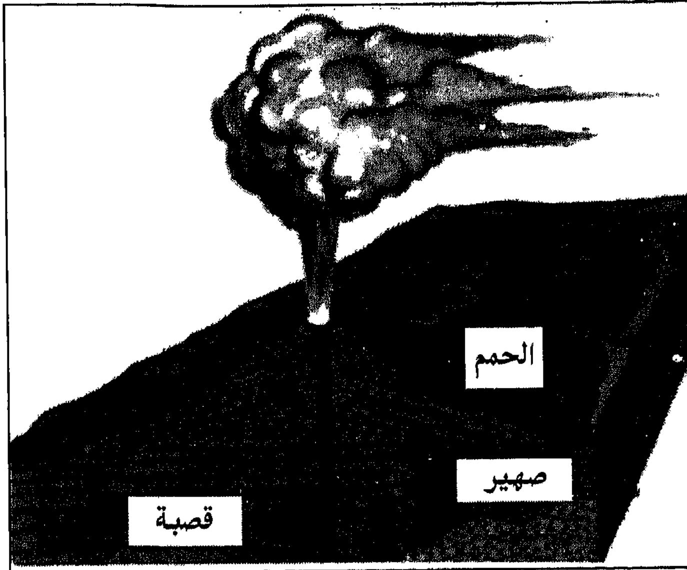


التوزيع الجغرافى للأحزمة الزلزالية

ثانيا : البراكين :

حركات باطنية تتعرض فيها القشرة الأرضية للاهتزاز الشديد وانبثاق الحمم وكتل المواد المنصهرة من باطن الأرض إلى خارجها خلال الشقوق والتصدعات الموجودة فى القشرة الأرضية . وتنقسم البراكين تبعا لنوع وطبيعة جسم البركان إلى نوعين رئيسيين الأول هو البراكين الفوهية والثانى براكين الشقوق .

(١) البراكين الفوهية :




فوهة بركانية

مرتفعات مخروطية الشكل تتوسط كل منها قناة وتعرف بالقصبة تصل بين فوهة البركان عند قمة المخروط وبين غرفة الصهير بباطن الأرض .

وتتكون البراكين المخروطية الشكل نتيجة التراكم المستمر للحمم والمصهورات حول فوهة وقصبة البركان .

وتسمى البراكين الفوهية أحيانا بالبراكين المركزية كما يصاحب ثوراتها

كميات هائلة من غازات ثانى أكسيد الكربون وكلوريد الهيدروجين وبخار الماء وغيرها مما يسبب أصواتا مدوية وانفجارات شديدة يتطاير معها غبار دقيق يظل عالقا فى الجو عدة سنوات ويسمى الرماد البركانى .

وقد تتطاير مفتتات مادة الحمم نفسها فى الهواء وتسقط بالقرب من فوهة البركان فى صورة جمر خامد وتسمى القنابل البركانية ، وتعتبر براكين فيزوف واسترمبولى بإيطاليا وكراكاتو بأندونيسيا من أشهر أنواع الباركين الفوهية .

(٢) براكين الشقوق :

تكون على هيئة شقوق طولية بالقشرة الأرضية تنبثق منها حمما ملتهبة تسيل بسهولة على جانبى الشقوق لتغطى بعد تصلبها مساحات شاسعة من الأرض مكونة الطفوح البركانية .

وقد تظل هذه الحمم بعد خروجها على سطح الأرض على حالتها المنصهرة لفترة طويلة مما يعطى فرصة للغازات والأبخرة المحبوسة فيها والمصاحبة لها إلى إحداث فقاقيع غازية على سطحها دون انفجارها وحدوث أصوات مدوية ، وعلى ذلك تعتبر براكين الشقوق أهدأ نسبيا من البراكين الفوهية .

*** النشاط البركانى :**

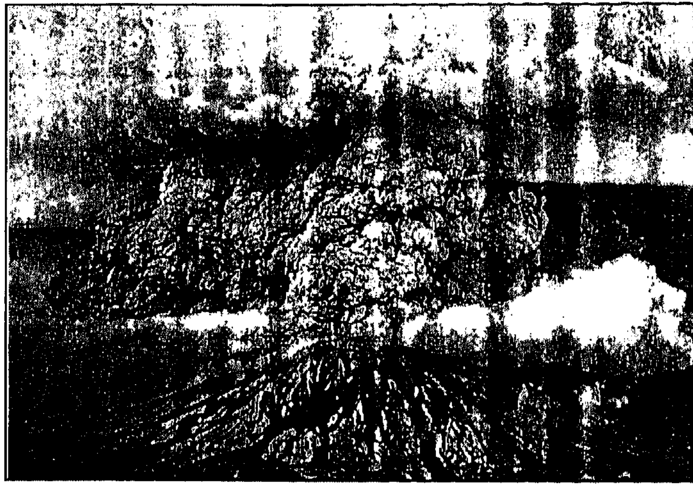
يشتد ثوران البراكين ثم تهدأ ثم تثور وتقذف بحمم جديدة ، وفى المناطق البركانية تتكون تربة ذات درجة عالية من الخصوبة لما تحصل عليه من معادن ومواد كيميائية غنية بعناصر الكبريت والفوسفور نتيجة ثوران البراكين . . ويقسم علماء الجيولوجيا الثوران البركانى إلى أربعة أنواع هى :

الهادى - المتقطع - المدوى - المدمر .

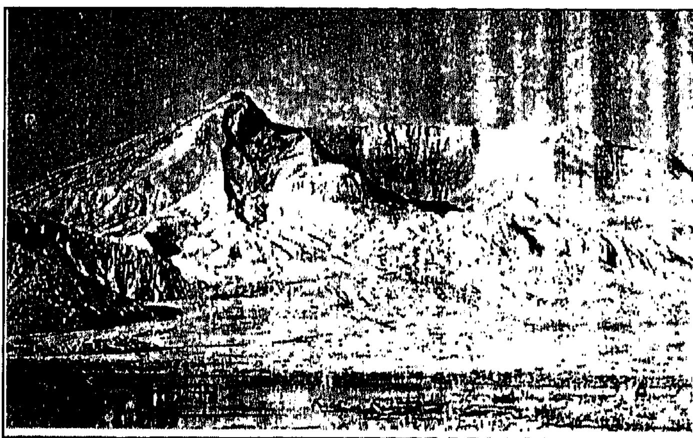
الثوران الهادى فى البراكين ذات الفوهة الضعيفة وذات أعناق طويلة ضيقة تصل بين الفوهة وغرفة الصهير وهى ذات شكل مخروطى وجوانب متدرجة الانحدار مثل براكين جزر هاواى .



البركان
قبل
الثوران



البركان
أثناء
الثوران



البركان
بعد
الثوران

الثوران المتقطع يتخلله أصوات مدوية نتيجة انفجار فقاقيع الغاز المتكونة على سطح الحمم المنبثقة أثناء ثوران البراكين ، وهى براكين متسعة الفوهة جدرانها تميل إلى الانحدار الشديد مثل براكين جزر ليبارى واسترامبولى بإيطاليا .

والثوران المدوى يصاحبه انفجارات شديدة واندفاع جبار لقدر كبير من الغازات وبخار الماء وهذه البراكين ذات جوانب شديدة الانحدار وذات فوهة وقصبة ضيقة .

الثوران المدمر يحدث عندما يثور البركان الواحد أكثر من مرة ثم يأتى ثوران مدمر يتهاوى معه جزء كبير من جسم البركان وتنهدم جوانب قصبته وتتسع مساحة فوهته وتعرف الفوهة البركانية فى هذه الحالة باسم (الكالديرا) .



المدمر

التوزيع الجغرافى للبراكين :

تتوزع البراكين فى حزامين رئيسيين أحدهما يحيط بالمحيط الهادى ويمتد على طول الشاطئ الغربى للأمريكتين إلى الجزر اليابانية فالفلبين فأندونيسيا ونيوزيلاندا .

بينما يمتد الحزام الثانى شرقا من أمريكا الوسطى إلى جزر الآزور والكنارى فالبحر الأبيض إلى الجزيرة العربية والبحر الأحمر فالحبشة وشرق أفريقيا وإيران .



التوزيع الجغرافى للبراكين

الفصل الثامن

الحفريات والتاريخ الجيولوجى

* الحفريات
* التاريخ الجيولوجى
* الحقب الأركى
* حقب الحياة القديمة
* حقب الحياة الوسطى
* حقب الحياة الحديثة
* السجل الجيولوجى والسلم الزمنى
* الثورات الأرضية



الفصل الثامن : الحفريات والتاريخ الجيولوجى
Fossils and Geologic time

الحفريات :

هى بقايا الكائنات الحية التى عاشت فى العصور القديمة وآثارها التى توجد مدفونة أو منطبعة على الصخور . واستطاع العلم الحديث أن يعطى صورة للحياة خلال التاريخ الجيولوجى للأرض بعد أن تمت دراسة هذه الحفريات وقارنها العلماء بأشباهها التى تعيش اليوم ، واتخذ العلماء من الحفريات أساسًا لتقسيم التاريخ الجيولوجى إلى أحقاب وعصور وتوزيع البحار واليابسة فى كل عصر من هذه العصور .

ويعتقد العلماء أن الحياة بدأت منذ ٦٠٠ مليون سنة وبدأ معها حقب الحياة القديمة الذى استمر ٣٧٥ مليون سنة تعاقبت فيه عصور مختلفة تسمى بما يميزها من كائنات مثل عصور اللافقاريات وعصور الأسماك والبرمائيات والغابات السرخسية والحشرات ، ثم بدأ حقب الحياة الوسطى والذى استمر حوالى ١٥٥ مليون سنة واشتهر بالزواحف العملاقة التى انتشرت على الأرض ، وتلى ذلك حقب الحياة الحديثة منذ ٧٠ مليون سنة ، ويعتبر عصرا للثدييات والنباتات الزهرية وفى نهايته ظهر الإنسان منذ نحو مليونين من السنين .

والحفرية تتكون تحت عوامل معينة منها أن يدفن الكائن الحى بمجرد موته فى رواسب تحميه من الاندثار ولا تتعرض داخلها الحفرية لتأثير المياه التى تعمل على تحلل وتآكل الحفرية ، هذا بالإضافة إلى توافر الهياكل أو الأجزاء الصلبة للكائن فالأجزاء الرخوة سرعان ما يعتريها التحلل أما الأجزاء الصلبة كالمحارات والعظام والجذوع الخشبية فتبقى طويلا .

وفى حالات نادرة يكون الحيوان أو النبات متحفرا بكامل أجزاءه مثل **فيل الماموث** الذى وجد محفوظا بلحمه وجلده تحت الجليد فى سيبيريا ومثل الحشرات

(كالنمل والبعوض) التى حفظت كاملة فى أنواع من الصمغ هى الكهرمان ، وفى حالات أخرى تستبدل المادة الأصلية بمادة أخرى مع بقاء الشكل الأصلى بجميع تفاصيله مثل **الأخشاب المتحجرة** التى احتلت فيها السليكا مكان مادة الخشب الأصلية .



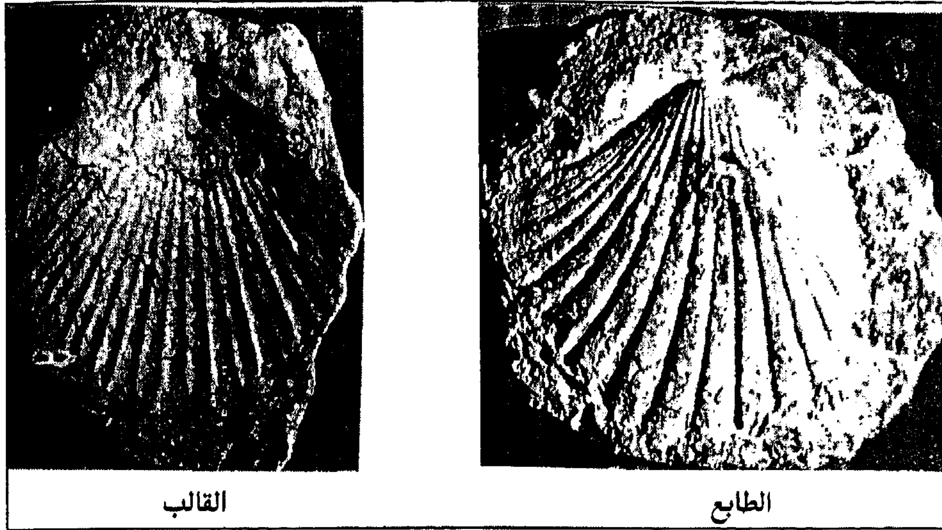
حفرية فيل الماموث لحظة اكتشافه



جزء من شجرة متحجرة



آثار أقدام حيوان زاحف


القالب   الطابع

* التاريخ الجيولوجى :

هو سلسلة متصلة من الحوادث تعتمد كل منها على ما فيها وتمهد لما بعدها . ولدراسة هذا التاريخ يتم تقسيم الزمن الجيولوجى إلى أقسام يتميز كل منها بصفات واضحة وحوادث معينة ؛ ولذلك قسم الزمن الجيولوجى إلى أربعة أقسام هامة يعبر عنها بالأحقاب ، وأقدم هذه الأحقاب هو الحقب **الأركى** وهو الذى تكونت فيه القشرة الأرضية والتى ليس بها أى أثر للحياة .

الأحقاب الثلاثة التالية هى حقب الحياة القديمة (الباليوزويك) الذى تكونت فيه طبقات من الصخور تحتوى على حفريات لحيوانات ونباتات تختلف تمامًا عن أنواع الحياة المعروفة الآن – ثم حقب الحياة الوسطى (الميزوزويك) الذى تكونت فيه طبقات من الصخور تحتوى أنواعًا من حفريات لكائنات تعتبر حلقة بين القديم والحديث ، وأخيرًا حقب الحياة الحديثة (السينوزويك) الذى بدأ فيه ظهور أنواع من الحياة تماثل ما يعاصرها الآن :

تتميز هذه الأحقاب بعضها عن بعض بأنواع الحياة التى كانت تعيش فى كل حقب وأنواع الصخور التى برزت أو ترسبت – ويبدو أن الانتقال من حقب إلى آخر كان مصحوبا بحركات أرضية عنيفة أدت إلى ارتفاع سلاسل الجبال العظيمة وهبوط المناطق السحيقة تحت منسوب البحر ولا شك أن هذه الحركات هى التى أدت إلى تغير أنواع الحياة .

قسمت هذه الأحقاب إلى عصور ويمتاز كل عصر منها بمميزات حيوانية ونباتية ومميزات صخرية ومعدنية . واستخدام الحفريات لمعرفة العصور الجيولوجية للصخور المختلفة يعتمد أساسا على مشاهدة هذه الحفريات مدفونة فى تلك الصخور .

على سبيل المثال فإن مجموعة حفريات المسرجيات لا توجد إلا فى عصور الحقب القديم (الديفونى والكربونى والبرمى) والعثور على أى حفرية من نوع المسرجيات فى أى طبقة صخرية معناه أن هذا الصخر يرجع إلى العصر الكربونى مثلا .

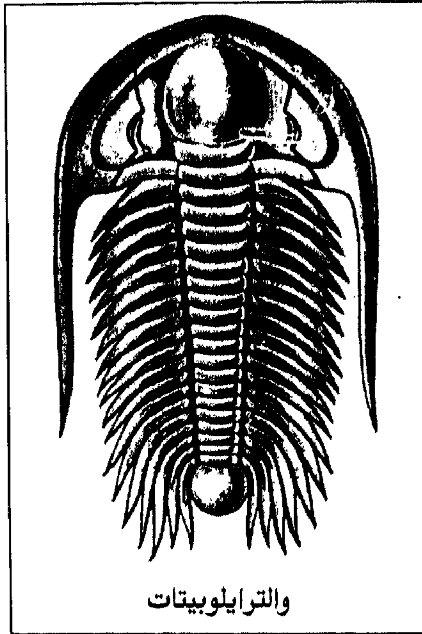
* الحقب الأركى Archeozoic Era :

يقدر عُمر الأرض بما يقرب من أربعة آلاف مليون سنة ولبثت الأرض ما يقرب من ٣٤٠٠ مليون سنة من عمرها تبرد وتتصلب قشرتها ويتكاثف بخار الماء وتتكون الأمطار التى ملأت منخفضات القشرة مكونة المحيطات والبحار واستمر هدير المياه وقصف الرياح وثورة البراكين وهزات الزلازل ثم بدأت الصخور الرسوبية تتكون من تفتت الصخور النارية ، وفترة هذا الحقب خالية من أى لون من ألوان الحياة ولم يكتشف أى أثر للحفريات إلا بعض الطحالب البدائية .

* حقب الحياة القديمة Paleozoic Era :

يقسم إلى ستة عصور ثلاثة منها تمثل القسم الأقدم وهى عصور الكامبرى والأردوفيشى والسيلورى وهى عصور سيادة اللافقاريات ، والقسم الأحدث يشمل عصور الديفونى والكربونى والبرمى ، وقد تميز الديفونى بسيادة الأسماك وتميز الكربونى والبرمى بسيادة البرمائيات .

وصخور هذا الحقب رملية وطينية تتخللها طبقات جيرية ومن أهم فصائل الحيوانات فى هذا الحقب الجرابتوليتات



والترايلوبيتات

والترايلوبيتات والشعاب المرجانية والحيوانات المحارية وكلها من أجناس لا مثيل لها اليوم .

وكانت الأسماك من أول الحيوانات الفقارية التى ظهرت فى البحار ومن الأسماك نشأت الحيوانات البرمائية ومنها نشأت الزواحف التى سادت حقب الحياة الوسطى .



أسماك الحقب القديم

وقد امتد عهد البرمائيات الذى يبدأ بالعصر الكربونى نحو ٨٠ مليون سنة من المناخ الحار وانتشار السرخسيات العملاقة فى صورة غابات كثيفة يعزى إليها تكون الفحم فى العالم كما انتشرت الحشرات الضخمة .



تصور لشكل الحياة القديمة

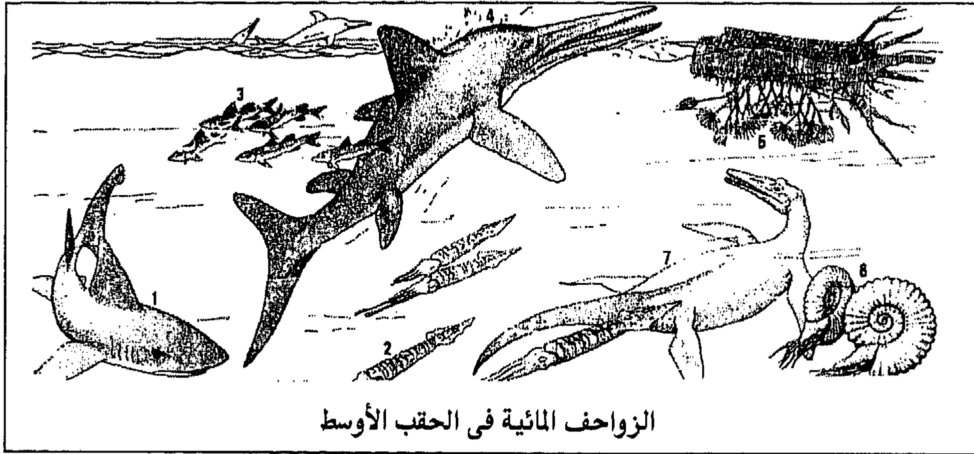
وفى آخر فترات الحقب وهو العصر البرمى ظهرت الزواحف ، وفى نهاية الحقب ازداد المناخ جفافا وبرودة حتى انتهى بعصر جليدى أدى إلى انقراض أغلب صور

الحياة ، ويعتبر العصر البرمى بمثابة نهاية أول فصول الحياة على الأرض وبانتهائه كانت هناك أنواعا أخرى من الأحياء قد أمكنها أن تغالب ذلك الجو الجليدى واستمرت فى الحياة لتعمر الأرض فى الحقب التالى .

* حقب الحياة الوسطى Mesozoic Era :

استمر هذا الحقب ١٥٥ مليون سنة ، ويقسم إلى ثلاثة عصور هى : الترياسى والجوراسى والطباشيرى (الكريتاسى) .

وتميز الحقب بتحسن المناخ وزوال الجليد وازدهار وتكاثف الغابات بأشجار الصنوبر وانتشرت أسراب الزواحف مختلفة الأحجام ، وفى العصر الترياسى شاعت المحارات والقواقع وظهر المرجان السداسى والرأسقدميات وظهرت القشريات والمفصليات .



الزواحف المائية فى الحقب الأوسط

وازدهرت الزواحف العملاقة فى العصر الجوراسى وسادت البر والبحر والجو وبلغت من الضخامة ما لا مثيل له فى عالم الحيوان إلا بعض الحيتان ، وكانت الديناصورات آكلات عشب أو آكلات لحم (البرنتوصور والتيرانوصور) وساد الجو زاحف طائرة هو (التيروداكتيل) وساد البحر (الاكثيوصور) ومن أقدم حفريات الزواحف الطائرة (الأركيوبتركس) الذى يعتبر حلقة وسط بين الزواحف والطيور أو حلقة فى سلسلة تطور الزواحف نحو الطيور .

وفى أواخر الحقب فى العصر الطباشيرى ظهرت الثدييات الصغيرة البدائية .

وفى هذا الحقب ازدهرت المخروطيات (معراة البذور) وبدأ ظهور بعض الزهريات مثل النخيل فى نهاية الحقب .

وفى نهاية العصر الطباشيرى تكرر على الأرض عصر جليدى آخر لم ينجو منه سوى الحيوانات ضئيلة الحجم من أسلاف الطيور والثدييات .

* حقب الحياة الحديثة Cenozoic Era :

امتد سبعين مليونا من السنين وينقسم إلى قسمين أقدمهما الثلاثى ويليه الرباعى .

ويشمل الثلاثى الزمن الأكبر من الحقب ، وينقسم إلى خمسة عصور هى : الباليوسين والأيوسين والأليجوسين والميوسين والبلايوسين – ويمتد القسم الرباعى فترة أقصر ويشمل عصرين هما : البليسوسين والعصر الحديث (الهولوسين) .

وقد بدأ ظهور الفصائل والأجناس الحالية من حيوانات ونباتات مع ابتداء هذا الحقب وصارت تزداد نسبتها كلما تقدمت فيه .

وقد اعتمد تقسيم هذا الحقب على المحاريات والقواقع التى تزخر بها تكويناته وازدهرت وتنوعت فيه تنوعا كبيرا .



حفرية الأمونيت حقب الحياة القديمة

ونمت بعض الأحياء ذات الأصداف الجيرية **الفورامينفرا** ، وأخذت مكانا فى هذا الحقب وأشهرها حيوان النيموليت التى تكونت منه الصخور الجيرية وازدهرت من اللافقاريات القنافذ البحرية ، وانتشرت الحشرات انتشارا كبيرًا مع انتشار النباتات الزهرية وكان من أنواعها النحل والحشرات والبعوض والنمل والفراس ، وقد حفظت حفريات بعضها بحالة جيدة داخل قطع الكهرمان (أصماغ الأشجار الصنوبرية) وانتشرت من الزهريات النخيل والكافور وفى منتصف الحقب ظهرت أنواع من البلوط والصنوبر .

وانتشرت من الفقاريات الأسماك التى تشبه الأنواع الحالية وكذلك البرمائيات والزواحف التى كانت من بينها السحالى والثعابين والسلاحف والتماسيح .

وفى بداية الحقب كانت الطيور قد وصلت إلى أشكال الأنواع المعاصرة وكذلك تطورت الثدييات إلى الثدييات المشيمية (تلد وترضع صغارها) .

وخلال عصور هذا الحقب تطور الحصان والفيل وبدأ كل منها بأحجام صغيرة حتى وصلت إلى أحجامها الحالية .

وقد وجدت حفريات كثيرة توضح تطور الرئيسيات ، وفى ختام هذا الحقب جاء العصر الحديث وهو عصر سيادة الإنسان .

ومن أشهر حفريات عائلة الإنسان تلك الهياكل والجماجم التى وجدت لأجناس منقرضة من البشر مثل إنسان جاوه القديم (القرد الآدمى الذى يمشى منتصبا) وإنسان نياندرتال الذى اكتشفت بقايا من جمجمته وبعض عظامه بالقرب من مدينة دسلدورف بألمانيا – أما الإنسان الحديث فقد ظهر فى العصر الحديث ويسمى بصانع الآلة .

السجل الجيولوجي والسلم الزمنى The geologic timetable

أبد (Eon)	حقب ، دهر (Era)	عصر (Period)	حين (Epoch)	أهم أنواع الحياة	السلم الزمني (مليون سنة)
أبد الحياة الحديثة (Phanerozoic)	حقب الحياة الحديثة (Cenozoic Era)	الرباعى (Quaternary)	الحديث (Recent)	عصر الإنسان	٢
			البلايستوسين (Pleisticene)		٠
		الثلاثى (Tertiary)	البلايوسين (Ploicene)	عصر الماموث	٧
			الميوسين (Miocene)	عصر الحيوانات العصرية	٢٦
			الأوليجوسين (Oligocene)	عصر آكلات العشب	٣٧
			الأيوسين (Eocene)	عصر اللبونات الضخمة	٥٣
			الباليوسين (Paleocene)	عصر الخيول الأول	٦٥

أبد (Eon)	حقب ، دهر (Era)	عصر (Period)	حين (Epoch)	أهم أنواع الحياة	السلم الزمني (مليون سنة)
أبد الحياة الحديثة (Phanerozoic)	حقب الحياة المتوسطة (Mesozoic Era)	الكريتاسى (Cretaceous)		عصر الداينوصور الأخير	١٣٦
		الجوراسى (Jurassic)		عصر الداينوصور المتوسط	١٩٢
		الترياسى (Triassic)		عصر الداينوصور الأول	٢٢٥
	حقب الحياة القديمة (Paleozoic Era)	البرمى (Permain)		عصر الزاوحف الأولية	٢٨٠
		الكربونى (Carboniferous)		عصر البرمائيات والمستنقعات	٣٤٥
		الديفونى (devonian)		عصر الأسماك	٣٩٥
		السيلورى (Silurian)		عصر العقارب المائية	٤٣٥
		الأردوفيشى (Ordovician)		عصر الأسماك العملاقة	٥٠٠
		الكامبرى (Cambrian)		عصر الترايليوبيت	٦٠٠
أبد الحياة الخافية (Cryptozoic Eon)	البدائى	(Proterozoic)			٢٥٠٠
	الآركى	(Archeozoic)			٤٦٠٠

* الثورات الأرضية :

تؤكد الأدلة العلمية أن قشرة الأرض انتابتها كثير من الالتواءات والارتفاعات والانخفاضات على مدى سطح الأرض كله مما أدى إلى ظهور سلاسل جبلية وهبوط مناطق أخرى تحت البحر ، وصاحب ذلك تغير واضح في كثير من خصائص جو الأرض وبالتالى تأثر كل من يسكن سطح الأرض ومياهها من حيوان ونبات .

والثورات الأرضية أخذت أشكالا مختلفة منها الطوفان الواسع المكتسح الذى غطى أطراف القارات ومسافات كبيرة داخلها برواسب تضمنت بقايا الكائنات التى عاشت فى البحار وقتذاك ويحدثنا التاريخ أن المؤرخ الإغريقى هيرودوت أول من تنبه إلى حدوث الطوفان فى الأزمنة السحيقة لما لاحظه من وجود حفريات لكائنات بحرية فى صخور بعيدة تمام عن الشاطئ (تحتوى صخور جبال المقطم حفريات لأنواع من المحاريات البحرية وهى النيموليت وتكون صخور الحجر الجيرى النيموليتى) .

والثورات الأرضية تعنى أن المدائن العامرة والحقول الزاهرة والجبال الشاهقة كانت يوما ما فى ظلام دامس فى قاع المحيط ، وأن ما تألق من حضارة فى بلادنا من الإسكندرية إلى أسوان لم يكن إلا واديا كانت تتكاثف به شعاب المرجان وتجول فيه وحوش البحر والحيتان .

معنى ذلك أن من المسلم به الآن فى علم الجيولوجيا أن وجه الأرض لم تثبت تعابيره على مر الزمان فالتغيرات الطفيفة الناشئة عن عوامل التعرية والترسيب ما أن تتكون حتى تزول ويتكرر ذلك ، وأحداث الثورات الأرضية ما نتج عنه ظهور جبال الهيمالايا وجبال الآلب والتى ظهرت فى حقب الحياة الحديثة .

ويؤمن الجيولوجيون تمام بأن الطوفان الذى وقع فى فجر التاريخ الإنسانى (طوفان نوح) كان نتيجة لذوبان أثقال الجليد التى غطت أكثر من ثلث سطح الأرض الشمالى والجنوبى ويؤكد علماء الجيولوجيا أن ذلك تكرر أكثر من مرة سواء فى الدنيا القديمة حيث كانت هناك قارة واحدة عظمى فصل الطوفان بين أجزائها المختلفة . ويفسر الجيولوجيون تغير صور الحياة على سطح الأرض بأنه كان نتيجة

لطوفان حقب الحياة القديمة وأكثر من طوفان فى حقب الحياة الوسطى وهكذا توالت الطوفانات خلال الأزمنة الجيولوجية فى فترات طويلة تتخللها فترات أقصر منها تمثل الثورات الأرضية البانية للجبال والقارات . ولقد صحب هذه التقلبات فى القشرة الأرضية انفجار كثير من البراكين وتكونت طبقات البازلت السميكة فى مناطق متفرقة من سطح الأرض ومن أشهر البراكين فى البحر الأبيض المتوسط بركان فيزوف بإيطاليا ، وقد كانت ثورة هذا البركان ثورة عظيمة أواخر أيام الرومان وتفجرت من فوهته كميات لا حصر لها من الرماد الساخن تراكم بفعل الرياح فوق مدينة مجاورة (مدينة بومبى) وغطى المدينة وأهلك من فيها جميعا واندثرت تلك المدينة وغمرت سيول الحمم البركانية (مدينة هركيولانيوم) أسفل الجبل وغطتها بطبقة سميكة من البازلت .

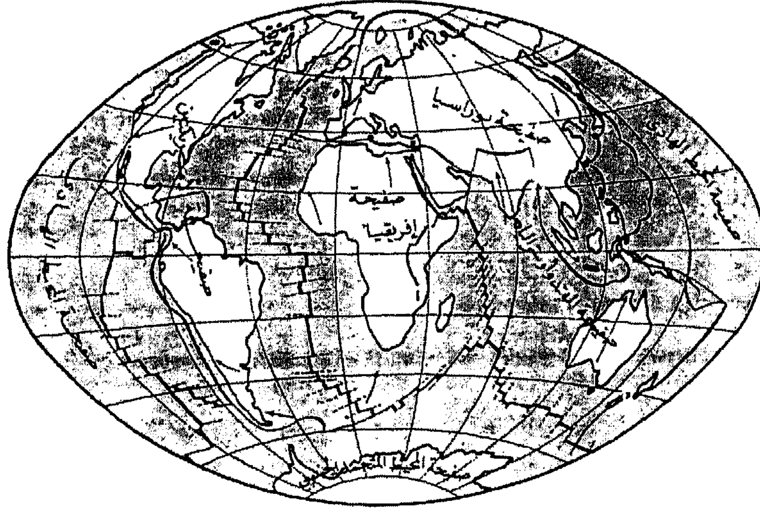
بجانب هذه الطوفانات العظمى التى حدثت فى الأزمنة السحيقة (منها ما اغرق أرض مصر حتى بلاد النوبة فى أثناء العصور الجيولوجية الوسطى وكون تلك الجبال من الصخور الرملية والطينية والجيرية التى تتكون منها أرض مصر) .

هناك طوفانات صغيرة تحل بالأرض فترات قصيرة وهى العصور الجليدية التى نزلت بالأرض عدة مرات أثناء تاريخها الطويل ، وأحدثها العصر الجليدى الذى سبق ظهور الإنسان، وفيه تراكمت الثلوج فوق الجبال وانتشرت أنهار الجليد فى معظم الأرض ، ومصدر ذلك كله مياه المحيط التى ينخفض منسوبها أثناء العصر الجليدى الأخير والزمن الحديث فترة قصيرة معتدلة من الفترات التى تتخلل هذا العهد ، وجزيرة **جرينلاند** تدل على ذلك بما ترزح تحته فى العصر الحديث من أثقال الجليد ، وكذلك القارة القطبية فى الجنوب التى تنوء تحت مساحة من هضاب الجليد وهذه الرواسى من هضاب الجليد التى إذا قدر لها أن تنصهر لتحدث الأرض إحدى ثوراتها. وذلك بطوفان جديد .

الفصل التاسع

ديناميكية القارات

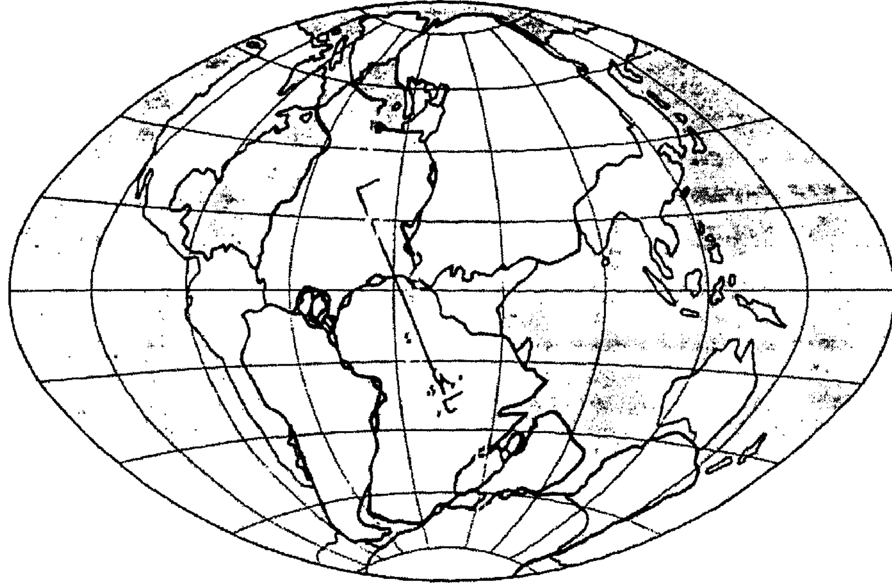
* تكون القارات
* نظرية الألواح التكتونية



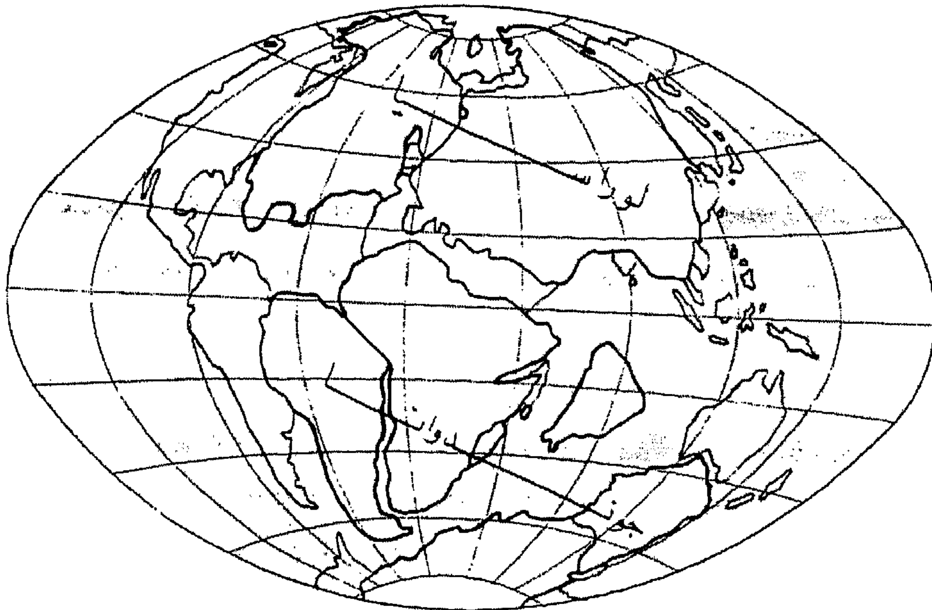
الفصل التاسع : ديناميكية القارات
Continental drift

دلت الأبحاث أنه كان فيما قبل الحياة أى قبل ٦٠٠ مليون سنة خمس قارات منفصلة هى أسلاف القارات المعروفة حاليا ، وأنه خلال حقب الحياة القديمة (٣٧٥ مليون سنة) حدثت تغييرات فى مواقع القارات وأشكالها – فالقارات القديمة الخمس منفصلة عن بعضها بمحيطات عميقة وفيما بعد أخذت تقترب من بعضها والمحيطات الواقعة بينها تصغر والبحار الداخلية تزحف نحو منتصف القارات وأصبحت فى بداية هذا الحقب تغمر أكثر من نصف القارات وتلقى برسوبياتها فوق الدروع القارية (الصخور النارية التى ترتكز عليها القارات) تلى ذلك تشويه ضخم فى شكل القارات أدى إلى رفع معظم جبال نصف الكرة الجنوبى وأجزاء من نصف الكرة الشمالى وأدى ذلك إلى اقتراب صفائح القارات القديمة وتجمعها ، وفى منتصف حقب الحياة القديمة أصبحت القارات متجمعة فى قارتين ضخمتين هما (**لوراسيا وجوندوانا**) وفى نهاية الحقب القديم وبسبب تصادم صفائح القارات انقلبت المنخفضات إلى سلاسل جبلية والتحمت القارتين لتصبح هناك كتلة قارية واحدة هى (**بانجيا**) .

وفى بداية حقب الحياة الوسطى (١٦٠ مليون سنة) أخذت القارة الضخمة تتمزق وتبت عد أجزاؤها عن بعضها تدريجيا وببطء شديد ، وأدى هذا التمزق إلى تكون قارتين هما (**لوراسيا وتضم أمريكا الشمالية وأوروبا وأسيا**) و (**جوندوانا وتضم القارات الجنوبية**) وفى منتصف الحقب انفصلت صفيحة أمريكا الشمالية عن جرينلاند وانفصلت صفيحة أمريكا الجنوبية عن أفريقيا وانفصلت صفيحتا القارة المتجمدة واستراليا عن أفريقيا ، وفى آخر هذا الحقب انفصلت جرينلاند عن أوروبا وانفصلت القارة المتجمدة الجنوبية عن استراليا ، وكان من نتائج انفصال الصفائح اتساع كل من المحيط الأطلسى والمحيط الهندى على حساب المحيط الهادى .



وضع القارات فى نهاية دهر الحياة القديمة وبداية دهر الحياة المتوسطة أى قبل حوالى ٢٢٥ مليون سنة

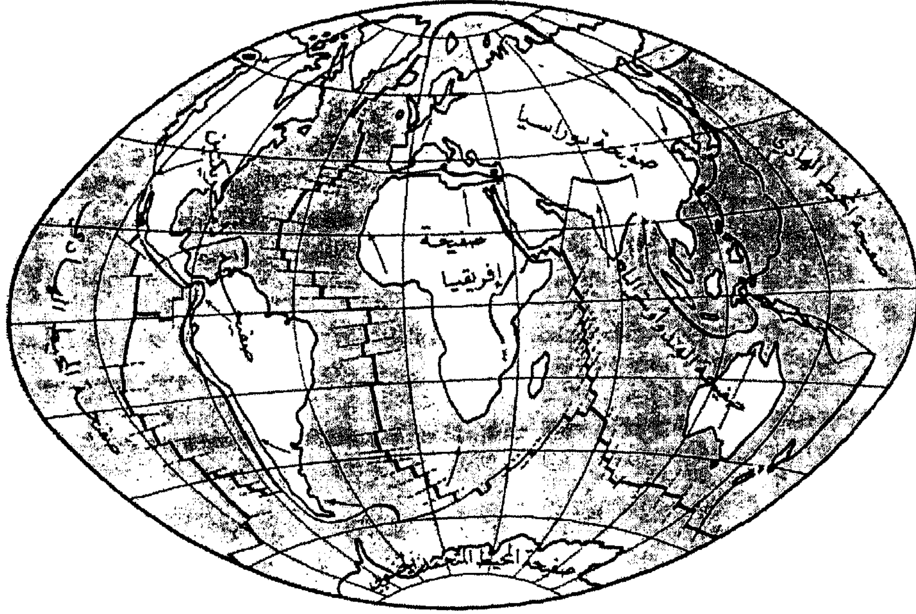


وضع القارات فى أواسط الحياة المتوسطة ، أى قبل حوالى ١٣٥ مليون سنة



وضع القارات فى بداية عصر الثلاثى ، أى قبل ٦٥ مليون سنة

فى حقب الحياة الحديثة (٦٥ مليون سنة) ازداد تباعد القارات عن بعضه وبدأت تأخذ أشكالها وأوضاعها الحالية وازداد اتساع كل من المحيط الأطلسي والمحيط الهندى وحدثت تشوهات ضخمة فى القشرة الأرضية مصحوبة بنشاط بركاني واسع وذلك بسبب انزلاق الصفائح البحرية إلى أسفل القارات ، ويعتقد أن تكون جبال الألب والسلسلة الجبلية الممتدة حتى الهيمالايا وأندونيسيا نتيجة تصادم صفائح القارات – ودلت الأبحاث أن ظهور خليج عدن والبحر الأحمر يرجع إلى ١٥ مليون سنة أى فى نهاية هذه الحقبة ، وقد أخذت القارات فى المليونى سنة الأخير وضعها وشكلها الحالى إلا أن الأبحاث تدل على أن صفيحة المحيط الهادى تنزلق تحت حافات القارات المحيطة بها ، وأن صفائح القارات المجاورة للمحيط الأطلسي تتحرك باتجاه معاكس ، وأن قارتى أمريكا تتحركان جنوب غرب وأن قارة يوراسيا تتحرك جنوب شرق ، ويؤدى ذلك إلى اتساع المحيط الأطلسى (يبلغ معدل اتساعه من جهة الشمال ٢,٥ سنتيمتر فى العام) وكذلك المحيط الهندى .



وضع القارات فى العصر الحالى

والتأثير الذى أحدثه تنقل القـارات خـلال التـاريخ الجيولوجـى أثـر علـى تكويـن ملامح القشرة الأرضية ، ويفسـر لنـا اختـلاف المنـاخ فـى البـلاد عمـا كـان عليـه أن الحفريات التى تكتشف فى مكان وهى الكائنات التى كانت تعيش فى بيئة حـارة ألا أنها اكتشفت فى بيئة جليدية أصبح أمرا لا يستغرب له مع مفهوم ديناميكية القارات وأصبح بالإمكان تعليل كيف أن مهد الجمل الأصلى كان أمريكا الشمالية بينما ينتشـر الآن فى آسيا وأفريقيا وأن انحصار توطن الكانجرو وآكل النمل الشوكـى فـى اسـتراليا فقط دليل على انعزال هذه القارة عن غيرها من القارات .

وظهر منذ نشوء علم الجيولوجيا عدد من النظريـات التـى تبحـث عـن ديناميكيـة القارات ومن أحدث هذه النظريات نظرية حركية الصفائح .

* نظرية الألواح التكتونية Theory of plate tectonics :

ترجع هذه النظرية إلى العالم هـس Hess عـام ١٩٦٠ ومفادهـا أن قشـرة الأرض واللب الخارجى يتكون من ست صفائح رئيسية هى :

(١) اللوح الأفريقى (٢) اللوح الأسيوأوروبى (٣) اللوح الأمريكى
(٤) اللوح الهادى (٥) اللوح الاسترالى (٦) اللوح القطبى الجنوبى

بالإضافة إلى الألواح الصغيرة .

وأن حدود هـذه الصفائح عنـد التشققات العميقـة أو سلاسـل الجبـال أو الأغـوار البحرية وسمك هذه الصفائح يتراوح بين ٧٥ ، ١٢٥ كيلو مترا .

وهذه الصفائح فى حركة بطيئـة وينتج عنـها الظواهـر البنائيـة الضخمـة بـالقشرة الأرضية ولذا سُميت التكتونية وتعنى باللاتينية البنائية Tekton = builder .

عندما تتباعد هـذه الصفـائح تنطلـق الصـهارة مـن لـب الأرض وتتولـد الـبراكين وعندما تتقارب الصفائح وتصطـدم يغـور طـرف إحداهمـا تحـت الأخـرى فينصـهر ويرتفع الطرف الآخر مكونـا الجبـال والفوالـق والأغـوار وعندمـا تتطـاحن أطـراف الصفائح تتولد الزلازل والفوالق العميقة .

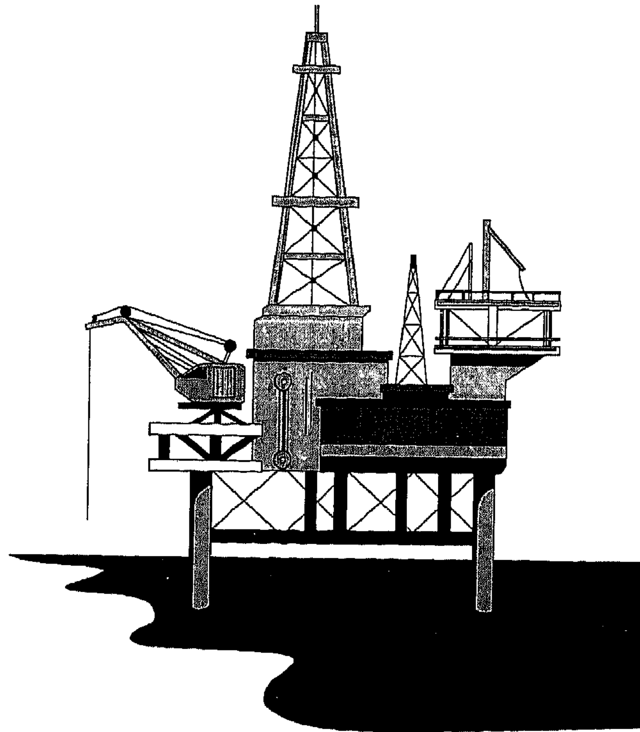
ودلت الأبحاث على أن الحركة البطيئة للألواح ترتب عليها حركـة القـارات منـذ زمن بعيد وإلى يومنا هذا وحركتها بسرعة من ٣ : ٧ سم فـى السـنة والدليـل علـى ذلك تقدمه دراسة آثار المغناطيسية القديمة بأن أمريكا الجنوبية كانت ملتحمة بأفريقيا وأمريكا الشمالية ملتحمة بأوروبا وحدث الانفصال منذ ١٨٠ مليون سنة .

ويعتقد العلماء أن حركة الصفائح ترجع إلى وجود تيارات حمل دورانية فـى منطقـة اللـب تحـت القشـرة حيـث إن الصـهارة فـى منطقـة اللـب فـى حالـة بلاستيكية وأنـها تحـت تأثـير متـوازن لحـرارة جـوف الأرض وضغـط القشـرة الأرضية ، وأن اختلال التوازن ينشأ عنـه تيـار حمـل دورانـى مـن مـادة اللـب والتـى تدفـع بالصفـائح فـى اتجـاه حركتـها ، وبمـا أن المـادة المكونـة لقيعـان المحيطات بازلتية والمادة المكونة للقارات سيليكية والمادة الأولى أعلى كثافة مـن الثانية فإن الصفائح البحرية عند تحركها باتجاه الصفائح القارية تنزلق تحتها فتتكون عند حدودها أخاديد عميقـة وتكمـل التيـارات دورتـها تحـت القـارات ويعود إلى اللـب مـرة أخـرى ، وهـذه العمليـة تـؤدى إلى دفـع صفـائح القـارات وارتجاج القشرة الأرضية ونمو صفائح القارات عند حدودها وقاعدتها .

الفصل العاشر

أهميـة الجيولوجيا فى حياة الإنسان

* البتـرول	* الفحم
* المواد النووية	* الثروات المعدنية
* المياه الجوفية	* مواد البناء
* المنشآت	* حماية البيئة



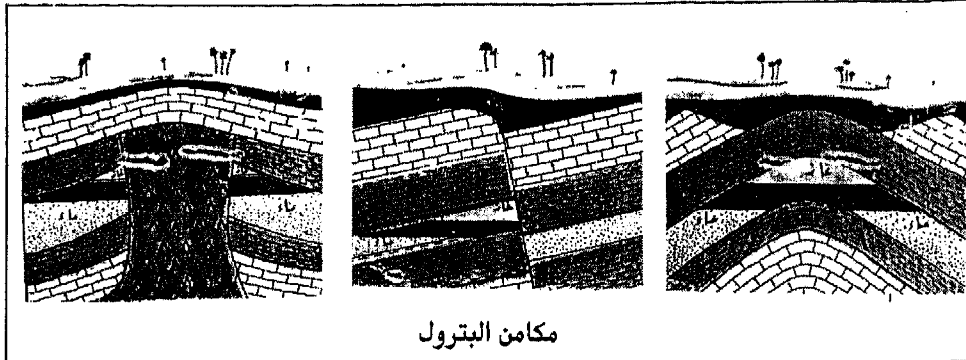
الفصل العاشر : أهمية الجيولوجيا فى حياة الإنسان
Important of geology in human life

يسهم العمل الجيولوجى فى حياة الإنسان ، وأول مجال فى ذلك هو استخراج مصادر الطاقة من بترول وغاز طبيعى وفحم ومواد نووية ، وكذلك الكشف عن الثروات المعدنية وتحديد أماكن المياه لتدبير حاجة الإنسان من المياه اللازمة لحياته اليومية ولعمليات الرى وكذلك تحديد المناطق التى تتوافر فيها مواد البناء لاستغلالها فى عمليات التشييد ، وتحدد الخرائط الجيولوجية أنسب المواقع لإقامة المنشآت الهندسية العملاقة من السدود والقناطر والخزانات والأنفاق .

* البترول :

من المصادر الرئيسية للطاقة وعن طريق الدراسات الجيولوجية السطحية وتحت السطحية يتم تحديد مكامن البترول وهجرته والحفاظ عليه داخل مكامنه هو وما يصاحبه من غاز طبيعى .

والمعلومات المتوافرة عن أصل النفط ونشأته تصل بنا إلى الاستنتاج بأن النفط من أصل عضوى ومن تراكمات هائلة من الكائنات الدقيقة البحرية وقد حبست فى المواد الطينية والرملية المترسبة فى أحواض الترسيب وقيعان البحار منذ الحقب القديم وأثرت فيها البكتيريا اللاهوائية وتحولت المواد العضوية إلى مواد شمعية ودهنية وبتأثير عوامل الضغط والحرارة والزمن تحولت إلى قطرات من النفط تجمعت فى صخور التخزين ، وعندما يستقر النفط فى مكمنه تترتب محتويات المكمن حسب تأثرها بالجاذبية الأرضية فيحتل الغاز الطبيعى الجزء العلوى يليه الزيت ثم الماء .

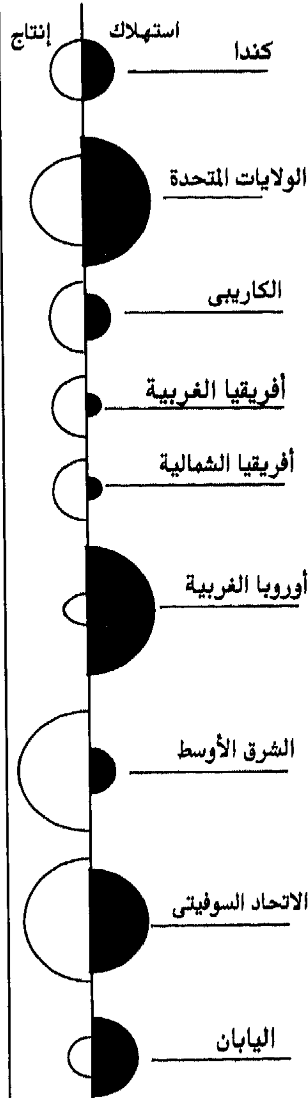

مكامن البترول

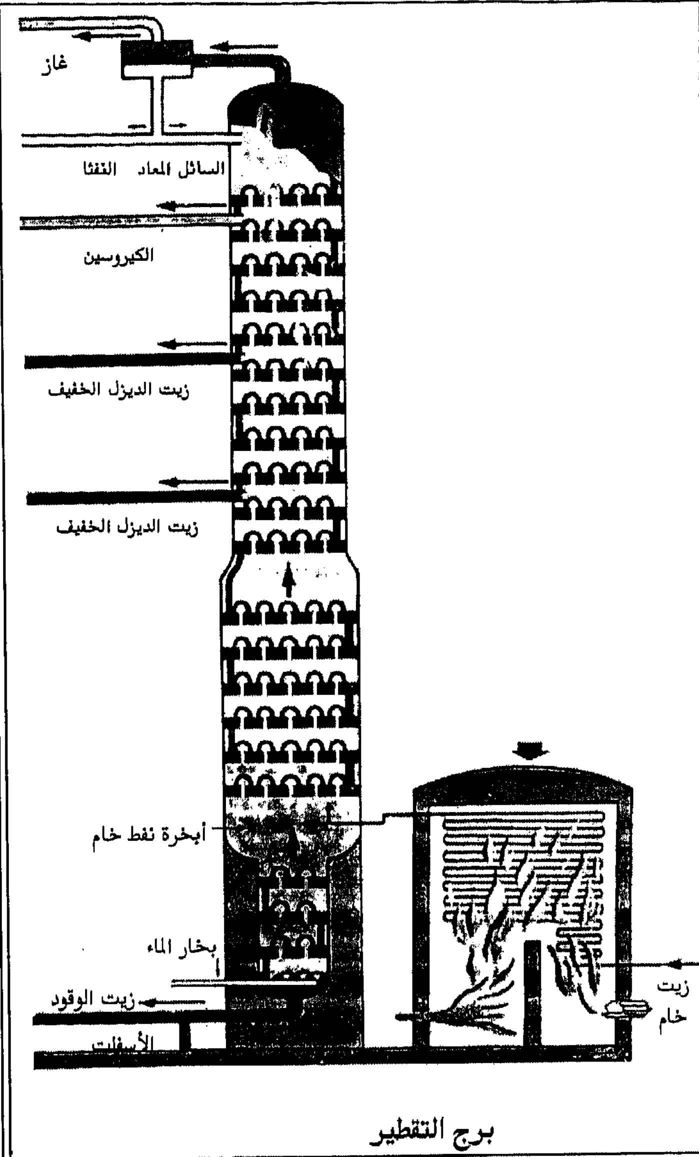


مناطق إنتاج النفط في العالم.

ويقرر الجيولوجيون عادة موقع البئر ثم يتم استخراجه وينقل إلى معامل التكرير لفصل مشتقات البترول .

وينتج النفط بشكل تجارى فى عديد من بلدان العالم ففى الولايات المتحدة الأمريكية يبلغ إنتاجها ٧٠٪ من الإنتاج العالمى ويبلغ إنتاج الاتحاد السوفيتى ١٥٪ من الإنتاج العالمى ، وتعتبر المملكة العربية السعودية الدولة الثالثة فى إنتاج النفط فى العالم ولا تزال الدول التى تحتل المراتب الأولى فى استهلاك النفط بنفس ترتيبها منذ فترة زمنية طويلة وهى الولايات المتحدة وأوربا الغربية والاتحاد السوفيتى وأوروبا الشرقية والشرق الأقصى .





* الفحم :

يحدد الجيولوجيون مناطق توزيع المواد الكربونية ودراسة الصخور الحاملة لها والتعرف على الظروف الجيولوجية التى أدت إلى تكوينها ، ويتم استخراج الفحم فى العالم من مناجم الفحم ويستخدم فى إنتاج فحم الكوك اللازم لصناعة الحديد والصلب

وتستغل الغازات الناتجة من عملية التفحيم فى تصنيع العديد من المخصبات الزراعية والأصباغ والبويات والبلاستيك .

* المواد النووية :

يعتبر اليورانيوم أهم عناصر الوقود النووى ، ويلعب الجيولوجيون دورا هاما فى تحديد مناطق خامات ذلك المعدن لتوفير الوقود النووى اللازم لمحطات توليد الكهرباء التى يتم إنشائها فى مناطق مختلفة من العالم ، واكتشاف اليورانيوم ضمن الصخور الجرانيتية وصخور الفوسفات ومن ضمن مكونات الرمال السوداء حيث يوجد اليورانيوم ضمن معدن المونازيت أحد معادن الرمال السوداء .

* الثروات المعدنية :

أسهم الجيولوجيون بدور بارز فى الكشف عن العديد من الخامات والرواسب المعدنية ، ويعتبر خام الحديد من أهم الخامات التى توفر أساسيات الصناعات الثقيلة وكذلك تحديد رواسب الفوسفات التى تستغل فى صناعة المخصبات الزراعية ورواسب المنجنيز التى تستغل فى صناعة البطاريات الجافة والصناعات الكيميائية .

وقد تمكن الجيولوجيون من تحديد مناطق رمل الزجاج والكاولين المستخدم فى صناعة الزجاج والحراريات والخزف والصينى والكشف عن الذهب واستخراجه وصهره وكذلك خامات القصدير والتيتانيوم .

* المياه الجوفية :

تملأ المسافات البينية فى الصخور المسامية وتتحرك داخل طبقات القشرة الأرضية ، ولتلك المياه أهمية كبيرة فى تنمية المناطق الصحراوية وقد اهتمت المنظمات الدولية بدراسة المواد المائية الجوفية وأعداد الكوادر المتخصصة فى مجالات جيولوجيا المياه ، وتلعب الدراسات الجيولوجيا دورا هاما فى تحديد كمياتها ونوعها ويفيد ذلك فى تحديد مواقع المشروعات الصناعية والتجمعات السكانية ومناطق الاستصلاح الزراعى ، وتستخدم الجيولوجيا المائية فى الكشف عن الرواسب المعدنية بتحليل عينات الماء

على مسار معين ، وتقود زيادة تركيز عنصر معين إلى مصدر الخام وكذلك يحدد هجرة وتجمع المواد البترولية .

* مواد البناء :

يسهم علم الجيولوجيا فى تقييم مواد البناء والتعمير التى تعتبر ضرورية فى مواجهة مشاكل الإسكان وإقامة المنشآت ، وتلعب دورا جليا فى استخراج الحجر الجيرى والطفل كمواد أساسية لصناعة الأسمنت ، كذلك تفيد الدراسات الجيولوجية فى صناعة طوب البناء وتوفير الخامات اللازمة لها ومعالجتها .

* المنشآت :

تحدد الدراسات الجيولوجية الأماكن المقترحة لإقامة مجتمعات جديدة ومنع البناء العشوائى فى مجارى السيول وما يترتب على ذلك من كوارث – واختيار المواقع المناسبة للتوسع العمرانى بعيدا عن أخطار الحركات الأرضية من شقوق وفوالق ومنحدرات ورسم الخرائط الجيولوجية التى توضح تضاريس المنطقة ، وكذلك اقتراح الطرق الفعالة للتخلص من النفايات والمخلفات .

وكذلك اختيار مواقع المشروعات الهندسية مثل السدود والقناطر والخزانات والأنفاق ، ويتطلب ذلك إجراء الاختبارات الجيولوجية الدقيقة مثل المسامية والنفاذية وقدرة الصخر على تحمل الإجهاد والتغيرات التى تطرأ عليه .

* حماية البيئة :

دراسة حركة الأمواج وتأثيرها على الشواطئ وحركة الكثبان الرملية وأثرها على المناطق المستصلحة والمجتمعات الجديدة ، وتحديد مسارات السيول ودراسة عمليات التعرية وتأثر الشقوق الصخرية للآثار والمنشأت القديمة واقتراح الأسلوب المناسب لحماية الحضارة .

المراجع

1 - Abetti G. a history of Astronomy.

2 - O.Evans, The Earth.

3 - Grenen Smith J. Geology for schools.

4- Hyler N. Rocks and minerals.

5- lake and Rastall's: Text book of geology.

٦ – سلسلة عالم المعرفة (الكون) عدد ١٧٨ .

٧ – قصة السماوات والأرض   د . محمد جمال الفندى .

٨ – مجلة العلوم الأمريكية (Scientific American)

العددان ١١ ، ١٢ نوفمبر / ديسمبر ١٩٩٦ .

الفهرس

رقم الإيداع ٩٩/٥٩٤٦
977-271-362-4



هذا الكتاب

يعتبر علم الچيولوچيا «Geology» من العلوم وثيقة الصلة بتاريخ البشرية وتطورها منذ نشأتها الأولى وحتى وقتنا الحاضر ؛ ذلك أنه العلم الذى يقوم بدراسة ذلك الكوكب -الأرض- الذى نحيا عليه ونتأثر بما يحدث به من تطورات وتغيرات ، كما يتأثر بما نحدثه به من تغيرات مختلفة .

لذلك لم يكن من المستغرب أن نهتم بدراسة ذلك العلم ونعلمه لأبنائنا حتى يتعرفوا على طبيعة أرضهم التى يعيشون عليها والتى يرتبطون بها وترتبط بهم .

والحق أن مناهج التعليم العام فى مراحله المختلفة تحتوى على كثير من الموضوعات المتعلقة بالدراسات الجيولوچية التى تسهم فى تعريف أبنائنا الطلاب بطبيعة الأرض ، ومراحل تكونها ، والعصور الچيولوچية المختلفة التى مرت بها .. إلخ.

وإسهاما من مكتبة «ابن سينا» فى إثراء ثقافة العقل العربى وإمداده بما يحتاج إليه من معلومات وموسوعات ، كان ذلك الكتاب الذى يقدم صورة كاملة لكوكب الأرض تتسم بالشمول والعمق وتتميز بالسهولة واليسر ، يحكى قصة الأرض وقصة الحياة عليها منذ ملايين السنين وحتى وصلت إلى صورتها الحالية.

والله نسأل أن يوفقنا لما فيه الخير والسداد إنه نعم المولى ونعم النصير .

الناشر

مطابع ابن سينا
القاهرة - ت: ٣٢٠٩٧٢٨ فاكس: ٢٤٨٠٤٨٢